

WO0198123

Title:

**METHOD FOR ESTIMATING VEHICULAR RUNNING STATE, VEHICULAR
RUNNING STATE ESTIMATING DEVICE, VEHICLE CONTROL DEVICE, AND
TIRE WHEEL**

Abstract:

The output level (or vibration level) of the vibration, as detected by a vibration sensor (11) disposed at the underside of a vehicle spring, of the underside is frequency-converted by frequency analyzing means (14F) to determine the frequency spectrum of a vibration level. The vibration levels of at least two frequency bands of the determined frequency spectrum are computed by a vibration level computing means (14R). This computed value of the vibration level and the frequency spectral master curve of the vibration level, as stored in advance in vibration level storage means (16S), are compared to estimate the road surface state and the running state of the vehicle. On additional, a multi-function sensing system is constructed for estimating a road surface state and a tire running state with one sensor, by detecting the running state of the tire including the tire air pressure from the vibration level of the underside of the vehicle spring to estimate a vehicle running state.

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001 年 12 月 27 日 (27.12.2001)

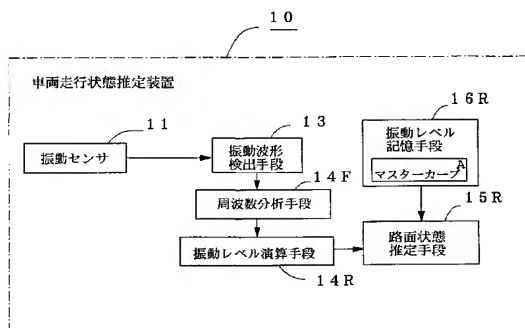
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/98123 A1

- (51) 国際特許分類: B60T 8/00, (YOKOTA, Hidetoshi) [JP/JP]. 森永 啓 詩 (MORINAGA, Hiroshi) [JP/JP]. 大谷 光 司 (OOTANI, Koji) [JP/JP]; 〒187-8531 東京都小平市小川東町3-1-1 株式会社 ブリヂストン 技術センター内 Tokyo (JP).
B60C 23/00, B60R 21/00, G01N 19/02
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/05298
- (22) 国際出願日: 2001 年 6 月 21 日 (21.06.2001) (74) 代理人: 弁理士 宮園 純一 (MIYAZONO, Junichi); 〒102-0072 東京都千代田区飯田橋三丁目4番4 第5 田中ビル6F Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): JP, US.
- (30) 優先権データ: 特願2000-190231 2000 年 6 月 23 日 (23.06.2000) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ブリヂストン (KABUSHIKI KAISHA BRIDGESTONE) [JP/JP]; 〒104-8340 東京都中央区京橋1-10-1 Tokyo (JP). 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 横田 英俊
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD FOR ESTIMATING VEHICULAR RUNNING STATE, VEHICULAR RUNNING STATE ESTIMATING DEVICE, VEHICLE CONTROL DEVICE, AND TIRE WHEEL

(54) 発明の名称: 車両走行状態の推定方法、車両走行状態推定装置、車両制御装置、及びタイヤホイール



10...VEHICULAR RUNNING STATE ESTIMATING DEVICE
11...VIBRATION SENSOR
13...VIBRATORY WAVEFORM DETECTING MEANS
14F...FREQUENCY ANALYZING MEANS
14R...VIBRATION LEVEL COMPUTING MEANS
15R...ROAD SURFACE STATE ESTIMATING MEANS
16R...VIBRATION LEVEL STORAGE MEANS
A...MASTER CURVE

(57) Abstract: The output level (or vibration level) of the vibration, as detected by a vibration sensor (11) disposed at the underside of a vehicle spring, of the underside is frequency-converted by frequency analyzing means (14F) to determine the frequency spectrum of a vibration level. The vibration levels of at least two frequency bands of the determined frequency spectrum are computed by a vibration level computing means (14R). This computed value of the vibration level and the frequency spectral master curve of the vibration level, as stored in advance in vibration level storage means (16S), are compared to estimate the road surface state and the running state of the vehicle. On additional, a multi-function sensing system is constructed for estimating a road surface state and a tire running state with one sensor, by detecting the running state of the tire including the tire air pressure from the vibration level of the underside of the vehicle spring to estimate a vehicle running state.

[続葉有]



(57) 要約:

車両バネ下部に設けられた振動センサ 1 1 で検出した車両バネ下部の振動の出力レベル（振動レベル）を、周波数分析手段 1 4 F により、周波数変換して振動レベルの周波数スペクトルを求め、振動レベル演算手段 1 4 R により、上記求められた周波数スペクトルの少なくとも 2 つの周波数帯域の振動レベルを演算し、この算出された振動レベル演算値と、予め振動レベル記憶手段 1 6 S に記憶された、振動レベルの周波数スペクトルマスターカーブとを比較して路面状態を推定し、車両の走行状態を推定するようにした。

更に、上記車両バネ下部の振動レベルからタイヤ空気圧を含むタイヤの走行状態を検出して車両の走行状態を推定することにより、1 つのセンサで路面状態やタイヤの走行状態を推定する多機能センシングシステムを構築した。

明 細 書

車両走行状態の推定方法、車両走行状態推定装置、車両制御装置、及びタイヤホイール

技術分野

本発明は、走行時の路面状態やタイヤの走行状態を推定して車両の走行状態を推定する方法とその装置、及び、上記推定された車両の走行状態に基づいて車両を制御する装置、上記車両走行状態推定装置とこの装置を稼動するための発電装置とを備えたタイヤホイールとに関するものである。

背景技術

近年、車両の安全走行にとって最も重要な因子であるタイヤと路面との関係、詳しくは、タイヤと路面間の摩擦係数（路面摩擦係数）もしくは路面状態に代表されるタイヤの接地状態や、タイヤの歪状態や空気圧などのタイヤの走行状態を精度良く推定し、車両制御へフィードバックすることが求められている。すなわち、予め上記タイヤの接地状態や走行状態を推定することができれば、制駆動や操舵といった危険回避の操作を起こす前に、例えば、ABSブレーキのより高度な制御等が可能になり、安全性が一段と高まることが予想される。また、運転者に走行中の路面状態の危険度を伝えるだけでも、運転者が早めの減速動作を行えるようになり、事故の減少が期待できる。

従来、路面摩擦係数を推定する方法としては、車輪の回転速度の変動を表わす物理量であるタイヤのユニフォミティレベルが、路面摩擦係数の大きさによって変化することを利用して路面摩擦係数を推定する方法（特開2000-55790号公報）や、前輪と車体とを連結するロアアームに加速度計を取付けて、トー角がついているタイヤの横振動を検出し、その振動レベルが路面摩擦係数によって変化することを利用して路面摩擦係数を推定する方法（特開平6-258196号公報）などが提案されている。

しかしながら、上記タイヤのユニフォミティレベルから路面摩擦係数を推定す

る方法では、タイヤにフラットスポットが生じてユニフォミティが悪化し、これが回復していく過程では、正確な推定が困難であった。

一方、上記ト一角がついている前輪の横振動から路面摩擦係数を推定する方法では、タイヤのスリップ角が完全にゼロになった場合や、大きなスリップ角がついた場合などでの測定精度が低いといった問題点があった。

また、車輪の上下方向の加速度であるバネ下加速度と、車体の上下方向の加速度であるバネ上加速度間の伝達特性から路面摩擦係数を推定する方法も提案されている（特開平 1 1 - 9 4 6 6 1 号公報）。この方法では、路面摩擦係数の推定に操舵力を用いていないため、操舵がほとんど行われない直線路においても路面摩擦係数を推定することができるという利点があるが、バネやダンパー等の緩衝特性の大きな懸架装置を介した 2 点間の振動の伝達特性から路面摩擦係数を推定しているため、路面の凹凸の影響を受けやすいといった問題点があった。例えば、雪上などの荒れた路面上においては、バネ下の振動が大きくなるため、サスペンションによって振動が吸収されるバネ上の振動と、上記バネ下の振動との振動レベル差が大きくなってしまい、路面摩擦係数を正確に推定することができなかった。

一方、タイヤ内圧もまたタイヤの走行状態の重要な要素であり、具体的には、タイヤ転動中の歪状態や振動レベルからタイヤの接地状態やタイヤの走行状態を正確に推定し、湿潤・氷雪路面などタイヤのグリップが低下する場合や凹凸路を走行時には、タイヤ内圧を下げるなどして接地面積を増加させてグリップを向上させたり、タイヤ剛性を低下させることで乗り心地を改良し、逆に、高速走行時やハイドロプレーニング現象が発生した場合は、タイヤ内圧を増加させるなどして走行燃費の改善や操縦性の回復を促す必要がある。

しかしながら、タイヤ転動中の歪状態や振動レベルを測定するための接地状態検出手段であるセンサは駆動電源を必要とするため、上記センサに電力を供給する必要がある。更には、上記接地状態検出手段の出力に基づいて、路面状態やタイヤの走行状態を推定したり制御する装置や、路面状態推定手段等の出力信号を車体側に伝達するための無線機をタイヤに搭載するような場合にも、上記装置や無線機への電力供給が必要であった。

回転体であるタイヤへの電力供給は、スリップリングや車体とタイヤ間の相対移動を利用した電磁誘導による起電力を用いることも可能である。ところが、これらの電力供給手段では車体構造の変更が必要となり、コストが高くなるという問題がある。

また、交換を前提とした電池を装備することが現時点では最も現実的な方法であると言えるが、交換の煩わしさや電池寿命という問題が残されている。

このように、路面状態やタイヤの走行状態などの車両の走行状態を精度よく推定するとともに、上記車両の走行状態の情報を車両やドライバーに供給するだけでなく、上記情報を用いてタイヤ特性を制御して、より安全な、あるいは、より快適な走行状態を提供するためのシステムの開発が望まれている。

本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたもので、走行中の路面状態やタイヤ走行状態などの車両の走行状態を精度よく推定する方法とその装置、上記推定された路面状態やタイヤ走行状態に基づいて、車両の走行状態をフィードバック制御して車両の安全性を高める車両制御装置、及び、上記車両走行状態推定装置とこの装置を稼動するための発電装置とを備えたタイヤホイールを提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明者は種々の検討を重ねた結果、走行中の車両バネ下部の振動レベル、あるいは車両バネ下部の少なくとも2点間の振動伝達レベルを検出して、走行時の路面状態やタイヤの走行状態などの車両の走行状態を推定することにより、従来技術では困難であった荒れた路面上においても、スリップ角がゼロである状態においても、上記車両の走行状態を精度よく推定することができることを見出し、本発明に到ったものである。

すなわち、本発明の請求の範囲1に記載の車両走行状態の推定方法は、走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出し、上記検出された振動レベルに基づいて、走行時の路面状態、及びタイヤの走行状態の少なくとも一方を推定して車両の走行状態を推定するようにしたことを特徴とするものである。ここで、上記車両バネ下部とは、サスペンション、ハブ、ブレーキキャリパー、ホイール、タイヤ等

を指し、サスペンションにバネを有さない、例えば hidroリック機構の場合には該機構よりタイヤ側の部分を指す。

請求の範囲 2 に記載の発明は、請求の範囲 1 に記載の車両走行状態の推定方法であって、上記振動レベルの時間変化の波形を検出し、この波形の所定の位置、あるいは所定の時間範囲での振動レベルから走行時の路面状態を推定するようにしたことを特徴とする。

請求の範囲 3 に記載の発明は、請求の範囲 1 に記載の車両走行状態の推定方法であって、上記検出された振動レベルを周波数分析し、所定の周波数帯域内での振動レベルを算出し、上記算出された振動レベルから走行時の路面状態を推定するようにしたことを特徴とする。

請求の範囲 4 に記載の発明は、請求の範囲 1 に記載の車両走行状態の推定方法であって、上記検出された振動レベルを周波数分析し、少なくとも 2 つの周波数帯域における振動レベルを算出し、上記算出された複数の振動レベルを演算し、その演算値から走行時の路面状態を推定するようにしたことを特徴とする。

請求の範囲 5 に記載の発明は、請求の範囲 1 に記載の車両走行状態の推定方法であって、走行中の車両バネ下部の、少なくとも 2 点の振動レベルを検出して車両バネ下部の振動伝達レベルを算出し、上記算出された振動伝達レベルから走行時の路面状態を推定するようにしたことを特徴とする。

また、本発明の請求の範囲 6 に記載の車両走行状態推定装置は、走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、上記振動レベルの時間変化の波形を演算する手段と、上記波形の所定の位置、あるいは所定の時間範囲での振動レベルから走行時の路面状態を推定する路面状態推定手段とを備え、走行時の路面状態を推定して車両の走行状態を推定するものである。

請求の範囲 7 に記載の発明は、請求の範囲 6 に記載の車両走行状態推定装置であって、上記波形の、タイヤ踏込み部、タイヤ接地部、及びタイヤ蹴り出し部の少なくとも 1 個所の振動レベルを算出する手段を備えたものである。

請求の範囲 8 に記載の車両走行状態推定装置は、走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルを周波数分析し、所定の周波数帯域内での振動レベルを算出する手段と、上記算出された振動レベルから走

走行時の路面状態を推定する路面状態推定手段とを備え、走行時の路面状態を推定して車両の走行状態を推定するものである。

請求の範囲 9 に記載の車両走行状態推定装置は、走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルを周波数分析して、少なくとも 2 つの周波数帯域における振動レベルの演算値から走行時の路面状態を推定する路面状態推定手段とを備え、走行時の路面状態を推定して車両の走行状態を推定するものである。

請求の範囲 10 に記載の車両走行状態推定装置は、走行中の車両バネ下部の少なくとも 2 点の振動レベルをそれぞれ検出する手段と、上記振動検出点の、少なくとも 2 点間における所定の周波数帯域内での振動伝達レベルを算出する手段と、上記算出された振動伝達レベル走行時の路面状態を推定する路面状態推定手段とを備え、走行時の路面状態を推定して車両の走行状態を推定するものである。

請求の範囲 11 に記載の発明は、請求の範囲 10 に記載の車両走行状態推定装置であって、上記少なくとも 2 点の振動検出点の間に、振動緩衝部材を配設したものである。

請求の範囲 12 に記載の発明は、請求の範囲 8 ～請求の範囲 11 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置であって、様々な路面状態及び速度における車両の制動距離から求めた路面摩擦係数 μ と、上記所定の周波数帯域内での振動レベル、振動レベル演算値、または振動伝達レベルとの関係を予め求めておき、上記関係に基づいて、走行中の路面摩擦係数 μ を推定するようにしたものである。

請求の範囲 13 に記載の発明は、請求の範囲 8 ～請求の範囲 12 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置であって、上記周波数帯域をタイヤトレッド陸部の固有振動周波数を含む帯域としたものである。

請求の範囲 14 に記載の発明は、請求の範囲 8 ～請求の範囲 13 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置であって、上記振動レベルに閾値を設け、算出された振動レベルが上記閾値を越えたときに、路面が低摩擦状態であると推定するようにしたものである。

請求の範囲 15 に記載の発明は、請求の範囲 14 に記載の車両走行状態推定装置であって、上記閾値を変更可能としたものである。

請求の範囲 16 に記載の発明は、請求の範囲 6 ～請求の範囲 15 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置であって、車速検出手段を備え、車速に応じて路面状態を推定するようにしたものである。

請求の範囲 17 に記載の発明は、請求の範囲 6 ～請求の範囲 16 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置であって、上記車両走行状態推定装置の路面状態推定手段で推定された路面状態に基づいて路面の滑り易さを判定する手段と、路面状態が滑り易いと判定された場合には、警告を発する警告手段とを設けたものである。

請求の範囲 18 に記載の発明は、請求の範囲 17 に記載の車両走行状態推定装置であって、車速検出手段を備え、車速に応じて上記路面の滑り易さの判定や警告レベルを変更するようにしたものである。

請求の範囲 19 に記載の車両走行状態推定装置は、走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルの 200 Hz 以下の周波数帯域内での振動レベルからタイヤの固有振動の周波数を算出してタイヤ空気圧を推定する手段と、上記推定されたタイヤ空気圧から走行中のタイヤの状態を推定するタイヤ走行状態推定手段とを備え、走行中のタイヤの状態を推定して車両の走行状態を推定するものである。

請求の範囲 20 に記載の発明は、請求の範囲 19 に記載の車両走行状態推定装置であって、上記推定されたタイヤ空気圧を用いて走行中のタイヤ圧を監視するタイヤ圧監視手段を備えたものである。

請求の範囲 21 に記載の発明は、請求の範囲 20 に記載の車両走行状態推定装置であって、上記タイヤ圧監視手段で監視した空気圧が所定の値よりも低下した場合には、上記タイヤ圧の低下を乗員に警告する警告手段を備えたものである。

請求の範囲 22 に記載の発明は、走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、タイヤ回転速度検出手段と、上記検出された振動レベルの、100 Hz 以下の周波数帯域内での、タイヤ回転速度に応じて変化する振動レベルの平均値を算出して走行中のタイヤの状態を推定するタイヤ走行状態推定手段と、上記算出された振動レベルの平均値が予め設定された基準値を越えた場合には、タイヤに異常があると判定するタイヤ故障検出手段を備えたものである。

請求の範囲 2 3 に記載の発明は、請求の範囲 2 2 に記載の車両走行状態推定装置であって、上記基準値を、タイヤに異常が発生していない状態で所定の車速 V で車両を走行させた時の、基準判定周波数 F_n における振動レベルの 1. 2 ～ 5 倍の範囲に設定したものである。

但し、基準判定周波数 $F_n = n \times V / (2 \pi r)$

r ; タイヤ転がり半径、 $n = 1, 2, 3, \dots$

請求の範囲 2 4 に記載の発明は、請求の範囲 2 3 に記載の車両走行状態推定装置であって、上記基準値を変更可能としたものである。

請求の範囲 2 5 に記載の発明は、請求の範囲 6 ～請求の範囲 2 4 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置であって、上記振動検出手段の出力を、振動レベルの時間変化あるいは所定の周波数帯域内での振動レベルを算出する手段に送信するための送信機を装着したものである。

請求の範囲 2 6 に記載の発明は、請求の範囲 6 ～請求の範囲 2 5 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置であって、タイヤホイールに取り付けられ、タイヤの転動により発電し、少なくとも、上記振動検出手段を駆動するための電力、あるいは上記振動検出手段の出力を増幅するための電力を供給する発電装置を備えたものである。

また、本発明の請求の範囲 2 7 に記載の車両制御装置は、上記請求の範囲 6 ～請求の範囲 2 6 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置で推定された路面状態、及び／または、タイヤの走行状態に基づいて車両の走行状態を制御する車両制御手段を備え、車両の走行状態を制御するようにしたものである。

請求の範囲 2 8 に記載の発明は、請求の範囲 2 7 に記載の車両制御装置であって、車速検出手段を備え、車速に応じて車両の走行状態を制御するようにしたものである。

請求の範囲 2 9 に記載の発明は、請求の範囲 2 7 または請求の範囲 2 8 に記載の車両制御装置に、例えば、ABS などの車輪のロック状態を制御する車両制御手段を設けて、車両の走行状態を制御するようにしたものである。

請求の範囲 3 0 に記載の発明は、請求の範囲 2 7 または請求の範囲 2 8 に記載の車両制御装置に、車両の姿勢を制御する車両制御手段を設けて、例えば、各車

輪のブレーキ装置を個別に制御するなどして、車両の走行状態を制御するようにしたものである。

請求の範囲 3 1 に記載の発明は、請求の範囲 2 7 または請求の範囲 2 8 に記載の車両制御装置に、タイヤの空気圧を制御する車両制御手段を設けて、タイヤの空気圧を増加または低減する制御を行って、車両の走行状態を制御するようにしたものである。

請求の範囲 3 2 に記載の発明は、請求の範囲 2 7 または請求の範囲 2 8 に記載の車両制御装置に、車輪空転状態を制御する車両制御手段を設けて、ブレーキ装置あるいはエンジン回転数などを制御して車輪空転状態の制御を行うようにしたものである。

請求の範囲 3 3 に記載の発明は、請求の範囲 2 7 または請求の範囲 2 8 に記載の車両制御装置に、自動運転システムの車間距離設定値を変更する制御を行う車両制御手段を備え、上記推定された路面状態に基づいて、上記車間距離設定値を変更することにより、車間距離を適正に設定する制御を行うようにしたものである。

また、本発明の請求の範囲 3 4 に記載のタイヤホイールは、上記請求の範囲 6 ～請求の範囲 2 6 のいずれかに記載の車両走行状態推定装置と、タイヤの転動により発電し、上記車両走行状態推定装置に電力を供給する発電装置とを備えたもので、これにより、車体構造を変更することなく、車両の走行状態を長期にわたって推定することができるので、車両の走行状態を安定して制御することが可能となる。

請求の範囲 3 5 に記載の発明は、請求の範囲 3 4 に記載のタイヤホイールであって、上記車両走行状態推定装置をタイヤホイールに装着したものである。

請求の範囲 3 6 に記載の発明は、請求の範囲 3 4 または請求の範囲 3 5 に記載のタイヤホイールに、タイヤの転動により回転する着磁されたロータと、このロータに隣接する高透磁率材から成るステータと、上記ロータ及びステータを含む磁気回路内に設けられた発電コイルとを備えた発電装置を備えたもので、これにより、上記車両走行状態推定装置などへの電力供給が半永久的に可能となり、機能を長期にわたって維持することが可能となる。

請求の範囲 3 7 に記載の発明は、請求の範囲 3 6 に記載のタイヤホイールであって、上記発電装置に、上記発電コイルに発生した起電力を蓄える蓄電手段を設けたもので、これにより、車両の走行状態によらず、安定した電力供給が可能となる。

請求の範囲 3 8 に記載の発明は、請求の範囲 3 6 または請求の範囲 3 7 に記載のタイヤホイールであって、回転錘の重心が回転軸と偏心したアンバランスウェイトをタイヤの回転により回転させることにより、直接にあるいは動力伝達手段を介して、上記ロータを回転させるようにしたものである。

請求の範囲 3 9 に記載の発明は、請求の範囲 3 6 または請求の範囲 3 7 に記載のタイヤホイールであって、タイヤの回転時に生じる空気流を上記発電装置まで導入し、上記導入された空気流により、上記ロータを回転させるようにしたものである。

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の最良の形態 1 に係わる車両走行状態推定装置の構成を示す図である。

第 2 図は、本発明の最良の形態 1 に係わる振動センサの設置個所を示す図である。

第 3 図は、本発明の最良の形態 1 に係わるタイヤの振動レベルの時間的变化を示す図である。

第 4 図は、本発明の最良の形態 1 に係わる通常路面でのタイヤ周方向の振動レベル分布を示す図である。

第 5 図は、本発明の最良の形態 1 に係わる氷盤上でのタイヤ周方向の振動レベル分布を示す図である。

第 6 図は、本発明の最良の形態 2 に係わる車両走行状態推定装置の構成を示す図である。

第 7 図は、本発明の最良の形態 2 に係わるタイヤ周方向の振動スペクトルを示す図である。

第 8 図は、本発明の最良の形態 3 に係わる車両走行状態推定装置の構成を示す

図である。

第 9 図は、本発明の最良の形態 3 に係わる様々な路面状態における振動レベル演算値と車速との関係を示す図である。

第 10 図は、本発明の最良の形態 4 に係わる路面状態推定装置の構成を示す図である。

第 11 図は、本最良の形態 4 に係わる振動センサの設置個所を示す図である。

第 12 図は、本発明の最良の形態 4 に係わる振動伝達レベルの振動スペクトルを示す図である。

第 13 図は、本発明の最良の形態 4 に係わる振動センサの他の取り付け位置を示す図である。

第 14 図は、本発明の最良の形態 4 に係わる路面摩擦係数 μ と振動伝達レベルの関係を示す図である。

第 15 図は、本発明の最良の形態 5 に係わる路面滑り警告装置の構成を示す図である。

第 16 図は、本最良の形態 5 に係わる警戒ゾーンマップを示す図である。

第 17 図は、本発明の最良の形態 6 に係わる路面滑り警告装置の構成を示す図である。

第 18 図は、本最良の形態 6 の警戒ゾーンマップを示す図である。

第 19 図は、本発明の最良の形態 7 に係わる車両走行状態検出装置の構成を示す図である。

第 20 図は、本発明の最良の形態 7 に係わるタイヤ固有振動数と空気圧との関係を示す図である。

第 21 図は、本発明の最良の形態 8 に係わる車両走行状態検出装置の構成を示す図である。

第 22 図は、本発明の最良の形態 8 に係わるタイヤの剥離故障の検出例を示す図である。

第 23 図は、本発明の最良の形態 9 に係わる車両制御装置の構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の最良の形態について、図面に基づき説明する。

最良の形態 1.

第 1 図は、本最良の形態 1 に係わる車両走行状態推定装置 10 の構成を示すブロック図である。同図において、11 はタイヤトレッドの内面側に設けられた振動センサ、12 は車輪の速度を検出する回転センサ 12a の出力パルスに基づいて車速を検出する車速検出手段、13 は上記振動センサの出力レベル（振動レベル）を時系列に配列して振動波形を求める振動波形検出手段、14 は上記回転センサ 12a からの出力パルスを用いて、タイヤ踏面手前の踏み込み部と接地部とタイヤが踏面から離れる蹴り出し部とのそれぞれの振動レベルを算出して、タイヤトレッドの振動レベル分布を求める振動レベル分布演算手段、15 は振動レベル記憶手段 16 に記憶されている、予め求められた車速に応じた振動レベルのマスターカーブを用いて、上記算出された振動レベルと検出された車速とから、車両の走行状態の 1 つである推定路面状態を推定する路面状態推定手段である。

本最良の形態 1 では、タイヤトレッドの振動状態を測定する振動センサ 11 は、例えば、第 2 図 (a) に示すように、タイヤトレッド（以下、単にトレッドという）1 の内面 1A に配設されるが、振動センサ 11 の設定位置はこれに限るものではなく、第 2 図 (b), (c) に示すように、タイヤホイール部 2 のリム 2A の外側あるいはサスペンション部 3 のサスペンション・アーム 3A 上のなどの車両バネ下部に設置されていけばよい。

なお、上記振動レベルのマスターカーブは、後述するように、試験車両のトレッド 1 の内面 1A に振動センサ 11 を貼付け、上記車両を、速度 V で路面摩擦係数 μ の異なる路面を走行させて、上記トレッド 1 の振動レベルを実測することにより作成される。

次に、路面状態の推定方法について説明する。

まず、トレッド 1 の内面 1A 側に設けられた振動センサ 11 により、走行中のトレッド 1 の振動レベルを検出し、振動波形検出手段 13 により、上記検出された振動レベルを時系列に配列した振動波形を求め、振動分布演算手段 14 において、第 3 図に示すような、上記波形の時間軸に振動検出位置を対応させた振動レ

ベル分布を示すカーブ（以下、振動レベル分布と略す）を作成する。なお、上記振動レベルの大きさとして、振動レベルのパワー値を用いた。

トレッド1には、はじめに、踏面手前の踏込み部①において、トレッド1が路面Lに接触する際の打撃による振動が発生する。トレッド1が路面Lに接触している踏面内（接地部）②では、トレッド1は路面Lに拘束されるため振動はほとんど発生しない。その後、蹴り出し部③でトレッド1が路面Lから離れた瞬間に、上記拘束が解放されることによって再び振動が発生する。

なお、上記踏込み部①、接地部②、蹴り出し部③の位置及び車速Vは、図示しない車輪に設けられた回転センサ12aの出力パルスに基づいて、車速検出手段12により検出する。

上記トレッド1の振動レベルは、主に、車両が走行している路面状態と車速とに依存する。

第4図（a）は、通常の乾燥アスファルト路面上において、試験車両を低速（ $V = 20 \text{ km/h}$ ）で走行させたときのトレッド1の振動レベル分布を示す図で、第4図（b）は、高速（ $V = 90 \text{ km/h}$ ）で走行させたとき振動レベル分布を示す。

一方、一般に危険とされる路面摩擦係数 μ が低い状況では、トレッド1のレベル分布は、上記乾燥アスファルト路面上とは著しく異なっている。例えば、路面摩擦係数 μ が極端に低いと思われる氷盤上では、車両を低速（ $V = 20 \text{ km/h}$ ）で走行させた場合でも、接地面からの拘束が小さいため、第5図（a）に示すように、通常は振動がほとんど発生しない接地部②でもトレッド1が大きく振動している。また、高速（ $V = 90 \text{ km/h}$ ）で厚い水膜上を通過した場合には、ハイドロプレーニング現象が発生し、第5図（b）に示すように、接地部②でのトレッド1の振動レベルが更に大きくなるとともに、踏込み部①においてもトレッド1が大きく振動する。

これは、路面摩擦係数 μ が低い状態やタイヤが水膜によって浮いた状態では、接地面からの拘束が小さいため、通常は振動がほとんど発生しない接地部②でもトレッド1が大きく振動することによるため、特に、ハイドロプレーニングの発生時には、タイヤ前方にできた水膜や水流によって、本来の接地面よりも前方からトレッド1の振動が発生するためである。

本最良の形態 1 では、実際にトレッド 1 の内面 1 A に振動センサ 1 1 を貼付けた車両を、上記のような路面摩擦係数 μ の異なる路面を速度 V で走行させて、路面状態と車速 V とをパラメータとするトレッド 1 の振動レベル分布を予め求め、この振動レベル分布を路面状態を推定するためマスターカーブとして、車両走行状態推定装置 1 0 の振動レベル記憶手段 1 6 に記憶してある。

したがって、振動レベル分布演算手段 1 4 で得られたトレッド 1 の振動レベル分布と、上記振動レベル記憶手段 1 6 に記憶されている上記マスターカーブとを比較することにより、路面状態を推定することができる。

また、計測された振動分布のカーブとマスターカーブとを比較する作業を簡略化して、振動レベル分布を所定の 1 つまたは複数の、検出位置または所定の時間範囲内での振動レベルに対して閾値を設け、上記算出された振動レベルが上記閾値を越えたときに、路面が低 μ 路であると推定するようにしてもよい。例えば、安全と考えられる路面摩擦係数 μ 及び車速の条件を満たす接地部②でのトレッド 1 の振動レベルを上記閾値として予め振動レベル記憶手段 1 6 に記憶し、走行中に算出された接地部②でトレッド 1 の振動レベルと上記閾値とを比較することにより、走行中の路面状態が安全な高 μ 路なのか滑り易い低 μ 路なのかを推定する。なお、踏込み部①と接地部②の 2 つの振動レベルから路面状態が高 μ 路か低 μ 路かを推定するようにしてもよい。

あるいは、通常走行時や氷盤上などの様々な路面状態における上記①、②、③の位置における振動レベルのパワー値の比、 $P_1 : P_2 : P_3$ を予め各速度毎に記憶しておき、これを、算出された振動レベル分布における①、②、③の位置の振動レベルのパワー値の比と比較することにより、路面状態を推定するようにしてもよい。

最良の形態 2 .

上記最良の形態 1 では、振動波形検出手段 1 3 により、振動センサ 1 1 で計測した車両バネ下部の振動レベルを時系列に配列した後、振動レベル分布演算手段 1 4 により、トレッド 1 の振動レベル分布を求めて路面状態を推定したが、第 6 図に示すように、上記振動レベル分布演算手段 1 4 に代えて、上記振動レベルを

周波数変換した振動レベルの周波数スペクトルを求める周波数分析手段 1 4 F と、上記求められた周波数スペクトルの所定の周波数帯域内での振動レベルを算出する振動レベル算出手段 1 4 S とを設けるとともに、上記振動レベル算出手段 1 8 で算出された振動レベルと、予め振動レベル記憶手段 1 6 S に記憶した、振動レベルの周波数スペクトルから路面状態を推定するためマスターカーブにとを比較して路面状態を推定する路面状態推定手段 1 5 S を設けることにより、車両バネ下部の振動の、所定の周波数帯域内での振動レベルから路面状態を推定することができる。

第 7 図 (a) , (b) は、通常の乾燥アスファルト路面上と、路面摩擦係数 μ が極端に低いと思われる状態で車両を走行させたときのトレッド 1 の振動スペクトルを示す図で、(a) 図は、低速 ($V = 20 \text{ km/h}$) で氷盤上を走行させたときの、(b) 図は高速 ($V = 90 \text{ km/h}$) で水膜上を走行させたときの振動スペクトルである。

上記振動スペクトルの周波数成分を解析したところ、ほぼ $f = 500 \text{ Hz} \sim 2 \text{ kHz}$ 帯域の振動レベルが路面状態によつて大きくて変化することが分かった。この周波数成分は、通常の路面上ではトレッド 1 が踏面から離れた直後に生じる振動の周波数成分と同等であり、トレッドブロックが持つせん断およびねじれの固有振動数に起因するものと推定される。そこで、上記振動スペクトルにおいて、特に、トレッドブロック固有振動数である $f = 1.4 \text{ kHz}$ 付近の振動レベルを比較すれば、路面状態を推定することが可能となる。

したがって、上記最良の形態 1 と同様の実車試験により得られた、振動レベルの周波数スペクトルを予め求め、この振動スペクトルを路面状態を推定するためマスターカーブとして記憶しておき、振動波形検出手段 1 3 で得られたトレッド 1 の振動波形を周波数分析手段 1 4 F により周波数変換し、振動レベル算出手段 1 4 S で得られた所定の周波数領域での振動レベルを、振動レベル記憶手段 1 6 S に記憶された上記マスターカーブとを比較することにより、路面状態を推定することができる。

また、計測された周波数スペクトルと上記周波数スペクトルのマスターカーブとを比較する作業を簡略化して、上記トレッド陸部（ここではブロック）の固有

振動数付近の1つまたは複数の周波数あるいは所定の周波数帯域内での振動レベルを算出するとともに、上記振動レベルに対して閾値を設け、上記振動レベルが上記閾値を越えたときに、路面が低μ路であると推定するようにしてもよい。

最良の形態3.

上記最良の形態2では、振動レベル算出手段14Sにより算出された所定の周波数領域の振動レベルから路面状態を推定するようにしたが、第8図に示すように、上記振動レベル算出手段14Sに代えて、上記求められた周波数スペクトルの少なくとも2つの周波数帯域内での振動レベルを演算する振動レベル演算手段14Rを設けるとともに、上記振動レベル演算手段14Rで算出された振動レベル演算値と、予め振動レベル記憶手段16Rに記憶した、振動レベルの周波数スペクトルから路面状態を推定するためマスターカーブにとを比較して路面状態を推定する路面状態推定手段15Rを設けて、路面状態を推定するようにしてもよい。

このとき、上記2つの周波数帯域としては、例えば、上記第7図(a)，(b)に示したの車両バネ下部の振動スペクトルにおいて、路面状態の影響を受けにくい帯域である300Hz～1000Hzに設定し、もう1つの周波数帯域を、路面の滑り易さが反映される帯域である800Hz～5000Hzに設定することが望ましい。

なお、振動レベルの演算値としては、上記2つの周波数帯域に限るものではなく、3つあるいは4つ以上の周波数帯域内での振動レベルの演算値を算出して路面状態を推定するようにしてもよい。

第9図は、乾燥路面、ウエット路面、氷盤路面において、車速15km/h～90km/hの範囲で走行した場合の、300Hz～1000Hz帯域での振動レベル平均値と、1000Hz～2000Hz帯域での振動レベル平均値との比 α を演算した結果を示したものである。

乾燥路面では新品タイヤ、摩耗タイヤとも、上記演算値 α は、速度によらず、0.4程度であるのに対し、ウエット面では高速であるほど、かつ摩耗タイヤの方が上記演算値 α の値が大きくなっている。これは、摩耗したタイヤでウエット

路を高速走行すると、ハイドロプレーニング現象が発生し、滑り易い危険な状態になっているためである。一方、氷盤路では、上記演算値 α は、速度によらず、0.8～1.1という高い値を示している。

このように、複数の周波数帯域における振動レベルから演算した値を用いることにより、速度やタイヤの摩耗状態によらず、路面状態の危険度を正確にかつリアルタイムに判断することが可能となる。

このとき、路面摩擦係数 μ と上記演算値 α との関係を用いて、閾値となる基準値を設定し、路面の状態を、例えば、 $\alpha \leq 0.6$ なら①通常状態、 $0.6 < \alpha \leq 0.9$ なら②要注意状態（ウエット路、雪路など）、 $0.9 < \alpha$ なら③危険状態（ハイドロプレーニング状態、圧雪路、ミラーバーンなど）の3段階に設定することにより、走行時における路面の滑り易さ＝危険度を判定することができる。

【実施例】

本発明の車両走行状態推定装置10を搭載するとともに、振動レベル演算手段14Rで得られた上記演算値 α が0.6を越えると要注意の、0.9を越えると危険の警報を発する警報装置を取付けた車両を用いて以下の試験を行った。

乾燥路と水深10mmのウエット路においては、新品及び摩耗タイヤのそれぞれで、車速30km/h～90km/hで走行し、更に、氷盤路においては、新品タイヤで車速15km/h～60km/hで走行した。

その結果、ウエット路において、新品タイヤでは60km/h以上で要注意の、90km/h以上で危険の警報が発せられ、摩耗タイヤでは、45km/h以上で要注意の、70km/h以上で危険の警報が発せられた。一方、一方、氷盤路を新品タイヤで走行した場合には、15km/h以上で要注意の、30km/h以上で危険の警報が発せられた。

最良の形態4.

上記最良の形態1～3では、走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出して路面状態を推定する方法について説明したが、車両バネ下部の2点の振動状態をそれぞれ検出し、上記2点間の振動伝達特性から路面状態を推定することも可能である。

第10図は、本最良の形態4に係わる車両走行状態推定装置20の構成を示すブロック図である。同図において、21A、21Bは車両バネ下部の異なる2点にそれぞれ設けられた第1及び第2の振動センサ、12は回転センサ12aを備えた車速検出手段、23は上記第1及び第2の振動センサ21A、21Bの出力レベル（振動レベル）から上記2点間における振動伝達関数を演算する伝達関数演算手段、24は上記伝達関数の周波数特性から所定の周波数帯域内の振動レベルを演算する振動伝達レベル演算手段、25は上記演算された振動伝達レベルと上記車速検出手段12からの車速とを入力し、上記演算された振動伝達レベルを、振動レベル記憶手段26に記憶されている、上記予め求められた車速毎の振動伝達レベルと路面状態との関係を示すG- μ マップを用いて、路面状態を推定して車両の走行状態を推定する路面状態推定手段である。

なお、振動伝達特性を求めるために必要な、相対的な振動特性が異なる2点としては、緩衝部材を挟んだ2点が好ましいので、本最良の形態4では、第11図に示すように、上記振動センサ21A、21Bをタイヤホイール部2のリム2Aの外側とサスペンション部3のサスペンション・アーム3A上とに設置した。上記振動センサ21Bが設置されるサスペンション・アーム3Aは、根元のゴムブッシュ3Bを介してハブ部3Cと接続されているので、これにより、2つの振動センサ21A、21Bは緩衝部材を介して配置されていることになる。

第12図(a)、(b)は、車両下部バネ部であるタイヤホイール部2とサスペンション部3とに設けられた第1及び第2の振動センサ21A、21Bで計測された振動の振動伝達レベルを測定した結果を示す図で、(a)図は低速($V=20\text{ km/h}$)のときの、(b)図は高速($V=90\text{ km/h}$)のときの振動伝達レベルである。

同図から明らかなように、氷盤上や水膜上での振動伝達レベルは、通常の乾燥アスファルト路面上での振動伝達レベルと比較して、 $500\text{ Hz}\sim 2\text{ kHz}$ の周波数帯域で著しくが高くなっている。これは、トレッド1の踏面内振動によってタイヤを含む足回りが加振されるつとともに、路面 μ が低いためにトレッド1の路面からの拘束が小さいため、タイヤ・ホイール間、サスペンション・ホイール間の振動が伝達されやすい状態となり、上記帯域での振動伝達レベルが高くなるこ

とによる。

したがって、上記帯域の振動伝達レベルを監視することにより、路面状態を推定することが可能となる。具体的には、例えば、様々な路面状態で振動伝達レベルの周波数スペクトルを予め求め、この振動スペクトルを路面状態を推定するためマスターカーブとして記憶しておき、伝達関数演算手段23で得られた振動伝達関数を周波数変換し、得られた周波数スペクトルと、上記周波数スペクトルのマスターカーブとを比較することにより、路面状態を推定する。あるいは、上記500Hz～2kHzの周波数帯域での振動伝達レベルを算出するとともに、上記振動伝達レベルに対して閾値を設け、上記振動伝達レベルが上記閾値を越えたときに、路面が低 μ 路であると推定する。

本最良の形態4では、上述した特開平11-94661号公報に記載の従来例とは異なり、車両バネ下の2点の振動伝達レベルを監視するようにしているので、路面粗さなどの外乱に左右されにくい精度の高い路面状態の推定が可能となる。

なお、第13図に示すように、タイヤホイール部3に弾性体からなる緩衝部材5を介して金属製の「浮き」4を取り付け、この「浮き」4上に第2の振動センサ21Bを配設し、上記タイヤホイール部3に取付けられた第1の振動センサ21Aと上記第2の振動センサ21Bとにより、上記タイヤホイール部3と上記「浮き」4との間の振動伝達特性を測定するようにしてもよい。

また、緩衝部材5としては、スタビライザーやリンクのブッシュ等を利用する方法のほかに、現状のバネ下部分に緩衝部材接合して利用しても良い。上記緩衝部材としては、弾性特性を有するゴム系（シリコン系・オレフィン系・フェニレン系等）や樹脂系（ウレタン系・テフロン系等）などが用いられる。

なお、上記最良の形態1～4では、通常の乾燥アスファルト路面と、路面摩擦係数 μ が低い路面の2通りの路面状態を例として説明したが、路面状態の分類はこれに限るものではなく、車両が使用される地域や環境等に応じて適宜設定されるもので、路面状態を、例えば、（1）高 μ 路（ $\mu \geq 0.6$ ）、（2）中 μ 路（ $0.3 \leq \mu < 0.6$ ）、（3）低 μ 路（ $\mu < 0.3$ ）ように3つ以上の推定路面状態にランク分けしてもよい。

また、上記最良の形態 1～3 の振動レベル、及び最良の形態 4 の振動伝達レベルは、タイヤの空気圧や温度、ゴム硬度あるいはトレッド摩耗量の経時変化などにより変化するので、予め上記各データの値に応じて上記マスターカーブあるいは閾値を変更できるようにしておけば、路面状態の推定精度を更に向上させることができる。

また、上記最良の形態 1～4 では、振動レベルあるいは振動伝達レベルから、様々な路面状態での振動波形あるいは周波数スペクトルのマスターカーブを用いて、路面状態を推定するようにしたが、様々な路面状態で走行試験及び制動試験を行い、そのときの振動レベルあるいは振動伝達レベルを計測するとともに、上記路面での制動距離からタイヤと試験路面の路面摩擦係数 μ を算出して、各路面摩擦係数 μ での振動波形あるいは周波数スペクトルのマスターカーブを作成することにより、走行中に計測された振動レベルあるいは振動伝達レベルから、上記マスターカーブを用いて、走路面摩擦係数 μ を推定することのできる路面状態推定装置を構成することができる。

例えば、第 14 図は氷盤路、積雪路及び乾燥アスファルト路での制動距離から求めた路面摩擦係数 μ を横軸に、上記最良の形態 4 で述べた振動伝達関数の 500 Hz～2 kHz 帯域における振動伝達レベルの大きさ（20 km/h の一定側走行時）を縦軸にとったものである。このように、上記路面摩擦係数 μ と振動伝達レベルとは高い相関（ $R^2 = 0.9983$ ）を示すことから、走行中に計測された振動伝達レベルから走路面摩擦係数 μ を精度良く推定できることがわかった。

最良の形態 5.

上記最良の形態 1～4 では、車両バネ下部の振動レベルあるいは振動伝達レベルから路面状態を推定する方法について説明したが、上記振動レベルあるいは振動伝達レベルから、路面がどの程度滑り易い状態にあるかを推定し、路面状態が滑り易いと推定された場合には、運転者あるいは乗員に危険度を警告することも可能である。

第 15 図は、本最良の形態 5 に係わる路面滑り警告装置 30 の構成を示す図で

、路面滑り警告装置 30 は、上記最良の形態 1 の振動レベル記憶手段 16 と路面状態推定手段 15 とに代えて、第 16 図に示すような、車速 V と振動レベルの大きさとで囲まれた 2 つの警戒ゾーン $Z1$ 、 $Z2$ を有する警戒ゾーンマップを記憶するマップ記憶手段 36 と、振動分布演算手段 14 で得られたトレッド 1 の振動レベルと車速とが、上記警戒ゾーンマップのどの位置にあるかを判定する路面状態判定手段 35 を設けるとともに、上記計測された振動レベルと車速とが上記警戒ゾーン $Z1$ 、 $Z2$ のある場合には、運転者あるいは乗員に危険度を警告する警告手段 37 とを設けたものである。

本最良の形態 5 の路面滑り警告装置 30 では、トレッド 1 の車速に応じた振動レベルが比較的低い第 1 段階の警戒ゾーン $Z1$ にあれば、警告手段 37 を作動させ、例えば、図示しない赤ランプを点滅させ、上記振動レベルが比較的高い第 2 段階の警戒ゾーン $Z2$ にあれば、上記赤ランプの点滅に加えて警報音を発するようにするなどして、運転者あるいは乗員に路面の危険度を警告する。これにより、運転者に走行中の路面状態の危険度を伝えることができるので、運転者が早めの減速動作を行えるようになり、事故の減少を期待することができる。

【実施例】

上記構成の路面滑り警告装置 30 を搭載した試験車両を、乾燥アスファルト上及びウエット（水深が 10 mm の水溜まり）路上において、車速を 20、40、60、80、90 km/h と徐々に上げて走行させた結果、トレッド 1 の振動レベルは、第 15 図に示すように、通常の乾燥アスファルト路面上（同図の□印）においても、ハイドロプレーニングが発生しやすいウエットな路面上（同図○印）においても、車速とともに増加するが、特に、ウエットな路面でかつ車速が大きい場合には、上記振動レベルは急速に上昇した。そして、ウエットな路面では、車速が 60 km/h のときに第 1 段階の警告が発せられ、車速が 80 km/h 以上のときに第 2 段階の警告が発せられ、本発明の所期の目的が達成できることが確認された。

なお、上記最良の形態 5 では、上記最良の形態 1 と同様に、振動センサ 11 で計測した車両バネ下部の振動レベル分布を求めて路面状態の滑り易さを推定して警告を発するようにしたが、上記最良の形態 2、3 と同様に、上記振動レベルを

周波数変換した振動レベルの周波数スペクトルを求め、この周波数スペクトルの所定の周波数帯域内での振動レベル、あるいは少なくとも2つの周波数帯域内での振動レベルの演算値から路面状態の滑り易さを推定するようにしてもよい。

最良の形態6。

上記最良の形態5では、計測された車両バネ下部の振動レベルから路面状態の危険度を直接判定するようにしたが、車両バネ下部の2点の振動状態をそれぞれ検出し、上記2点間の振動伝達レベルから路面の滑り易さを推定して警告を発するようにすることも可能である。

第17図は、本最良の形態6に係わる路面滑り警告装置40の構成を示す図で、路面滑り警告装置40は、上記最良の形態4の振動レベル記憶手段26と路面状態推定手段25とに代えて、第18図に示すように、車速Vと振動伝達レベルGとで囲まれた2つの警戒ゾーンK1、K2を有する警戒ゾーンマップを記憶するマップ記憶手段46と、振動伝達レベル演算手段24で得られた振動伝達レベルと車速とが、上記警戒ゾーンマップのどの位置にあるかを判定する路面状態判定手段45を設けるとともに、上記計測された振動伝達レベルと車速とが上記警戒ゾーンK1、K2にある場合には、運転者あるいは乗員に危険度を警告する警告手段47とを設け、トレッドの振動レベルと車速とが、第1段階の警戒ゾーンK1あるいは第2段階の警戒ゾーンK2にあれば、警告手段47を作動させて運転者あるいは乗員に路面の危険度を警告する。

【実施例】

上記構成の路面滑り警告装置40を搭載した試験車両を、乾燥アスファルト上及び凍結路面上において、車速を20、30、40 km/hの一定速度で走行させた結果、いずれの速度においても凍結路面上において第2段階の警告が発せられ、本発明の所期の目的が達成できることが確認された。

なお、上記最良の形態5、6では、計測された振動伝達レベルから路面状態の危険度を直接判定するようにしたが、上記最良の形態1～4に記載した車両走行状態推定装置10、20と同様の推定路面状態演算装置を構成し、この推定路面状態演算装置からの路面状態に応じて、運転者あるいは乗員に危険度を警告する

ようにしてもよい。なお、この場合は、推定される路面状態と設定される警戒ゾーンとが対応するように上記路面状態と警戒ゾーンとを設定する必要があることは言うまでもない。

最良の形態 7.

上記最良の形態 2 では、周波数分析手段 14 F で求められた車両バネ下部の振動レベルの周波数スペクトルから所定の周波数帯域内での振動レベルを算出して路面状態を推定する方法について説明したが、第 19 図に示すように、検出された振動レベルの 200 Hz 以下の周波数帯域内での振動レベルからタイヤの固有振動の周波数を算出するタイヤ固有振動算出手段 17 A と、上記算出されたタイヤの固有振動数からタイヤ空気圧を推定するタイヤ空気圧推定手段 17 B と、この推定されたタイヤ空気圧から、タイヤの走行状態を推定するタイヤの走行状態推定手段 18 とを設けることにより、車両の走行状態の 1 つであるタイヤの走行状態を推定することができる。

第 20 図は、タイヤの固有振動周波数 (Hz) と実際のタイヤ空気圧 (MPa) との関係を示す図で、このように、上記タイヤの固有振動周波数とタイヤ空気圧とは高い相関 ($R^2 = 0.9891$) を示すことから、車両バネ下部の振動レベルを検出して周波数分析し、その 200 Hz 以下での周波数帯域内での振動レベルからタイヤ空気圧を推精度良く推定することができる。

本例では、更に、上記推定された空気圧を用いて走行中のタイヤ圧を監視するタイヤ圧監視手段 19 A と、上記タイヤ圧監視手段 19 A で監視した空気圧が所定の値よりも低下した場合には、上記タイヤ圧の低下を乗員に警告するタイヤ圧低下警告手段 19 B とを設けて、タイヤ圧の低下を乗員に警告するようにしている。これにより、タイヤの走行状態を推定できるとともに、走行中のタイヤ圧を監視して、タイヤ圧が所定の値よりも低下した場合には、これを乗員に警告することができるので、車両の安全性を向上させることができる。

最良の形態 8.

上記最良の形態 7 では、固有振動算出手段 17 A とタイヤ空気圧推定手段 17

Bとにより、車両バネ下部の振動レベルの200 Hz以下の周波数帯域内での振動レベルからタイヤの固有振動周波数を算出してタイヤ空気圧を推定するようにしたが、第21図に示すように、タイヤ回転速度検出手段27と、上記検出された振動レベルの、100 Hz以下の周波数帯域内での、タイヤ回転速度に応じて変化する振動レベルの平均値を算出して走行中のタイヤの状態を推定するタイヤ走行状態推定手段28と、上記算出された振動レベルの平均値が予め設定された基準値を越えた場合には、タイヤに異常があると判定するタイヤ異常検出手段29A及び上記タイヤ異常検出手段29Aの検出結果に基づいてタイヤの異常を乗員に警告するタイヤ異常警告手段29Bとを備えることにより、タイヤの走行状態を推定するとともに、タイヤの異常を判定して、これを乗員に警告することができる。

例えば、トレッド部の一部に剥離が生じた場合には、その部分が路面に接する度に振動が発生してタイヤ内面の空気を加振する。通常初期の剥離故障はタイヤ周上の1箇所が発生するため、それによって発生する振動はタイヤ回転数に応じて周期的なものとなる。その周期は、例えば、一般的な乗用車用タイヤの場合、時速100 km/hで約14 Hz（一次）、28 Hz（二次）、42 Hz（三次）、……となる。通常走行時でも、タイヤが接地することで上記ピークは発生するが、上述したように、周上1箇所に剥離などの故障が発生した場合には、上記ピークレベルが極端に大きくなるので、タイヤに何らかの異常が生じていることが推定される。

したがって、上記タイヤ走行状態推定手段28により、車両バネ下部の振動レベルの、100 Hz以下の周波数帯域内での振動レベル（例えば、14 Hz、28 Hz、42 Hz）を算出し、この算出された振動レベルの平均値が所定の基準値を超えた場合には、タイヤに異常があると判定し、その情報タイヤ異常検出手段29Aに送ることにより、乗員にタイヤの異常が発生したことを警告することができる。

第22図は、タイヤトレッドとスチールベルトの間の周上の1箇所に故意に切込みを入れた故障タイヤを作製し、上記故障タイヤの振動レベル（dB）を測定し、通常タイヤの場合と比較した結果を示す図である。具体的には、上記故障タ

イヤと通常のタイヤとを、室内ドラム上で100 km/hの一定速で走行させ、上記振動レベルを測定し、周波数解析した。

上述したように、通常のタイヤであっても、約14 Hz（一次），28 Hz（二次），42 kHz（三次），…… という周波数にピークが発生するが、故障タイヤの場合には、同図の破線に示すように、その大きさが通常タイヤに対して20 dB程度大きい。これはタイヤ故障を検出する基準として設定している、上記周波数における通常状態のピークを大幅に上回っており、このように車両バネ下部の振動レベルを検出することで、タイヤの故障を検出することができることが分かる。

ここで、上記基準値を、車両を、タイヤに異常が発生していない状態で所定の車速Vで走行させた時の、基準判定周波数 $F_n = n \times V / (2\pi r)$ における振動レベルの1.2～5倍の範囲に設定することで、上記異常を精度よく検出することができる。なお、上記式において、rはタイヤ転がり半径、nは自然数である。

また、上記基準値は、温度やタイヤトレッドの摩耗量あるいはゴム硬度の劣化といった経時変化に応じて変更することができる。

最良の形態9.

第23図は、本最良の形態9に係わる車両制御装置50の構成を示す図で、車両制御装置50は、車両バネ下部の異なる2点にそれぞれ設けられた振動センサ21A、21Bと、車速検出手段12と、上記振動センサ21A、21Bの出力レベル（振動レベル）から上記2点間の振動伝達関数を演算する伝達関数演算手段23と、上記伝達関数の周波数特性から所定の周波数帯域内での振動レベルを演算する振動伝達レベル演算手段24と、上記演算された振動伝達レベルと上記車速検出手段12からの車速とを入力し、上記演算された振動伝達レベルを、振動レベル記憶手段26に記憶されている、上記予め求められた車速毎の振動伝達レベルと路面状態との関係を示すG-μマップを用いて、路面状態を推定する路面状態推定手段25と、この路面状態推定手段25で得られた推定路面状態に基づいて、車両の走行状態を制御する車両制御手段57と備えている。

上記車両制御手段57は、上記推定路面状態に基づいてタイヤ空気圧を制御し、滑りやすい路面での制動距離を短縮する制御を行うもので、例えば、氷上のような低 μ 路ではタイヤ空気圧を低下させるようにすることにより、低 μ 路での制動距離を短くすることができる。

すなわち、推定された路面状態が低 μ 路であった場合には、車両制御手段57により、タイヤ空気圧を自動あるいは手動により低下させて、タイヤ接地面積を増加させ、路面とタイヤとの摩擦力を増加させることにより、制動距離を短縮するようにする。

なお、タイヤ空気圧自動調整システムはいかなるものであっても良いが、例えば、圧力計、コントローラー、圧力調整弁付ホイール、フレキシブルジョイントホース、予備タンク、コンプレッサーなどから構成される。

また、車両制御装置50に、上述したような、路面状態に応じて、運転者あるいは乗員に危険度を警告する手段を設けて、走行状態の制御と警告とを同時に行うようにしてもよい。

【実施例】

本最良の形態9の車両制御装置50を搭載し、タイヤ空気圧を制御するようにした試験車両で、乾燥アスファルト上、氷路上において制動試験を行い、凍結路面上で制動をかけた場合に、自動的にタイヤの空気圧を調整して制動距離が短縮できるかどうかを確認した。なお、上記車両制御装置50には、上記最良の形態4、5と同様の路面滑り警告装置を搭載した。

まず、本発明の試験車両を用いて、 $V = 20 \text{ km/h}$ の一定速で凍結路面に進入したところ、警告が発せられると同時に自動的にタイヤの空気圧が 220 kPa から 160 kPa に調整されることを確認した。これは、車両が凍結路面に進入したことを検知すると、空気圧を減ずる指令が出るよう、予め演算機に記憶させているためである。更に、乾燥アスファルト路面および凍結路面での制動試験を行ったところ、従来の制御装置を搭載した車両では、制動距離がアスファルト対比で85%長くなったのに対し、本発明の試験車両では59%の悪化に抑えることができ、制動距離で約14%、凍結路面での悪化代にして約30%もの大幅な改良が認められた。この結果から、本最良の形態9の車両制御装置50を用い

ることで凍結した路面上でもより安全に停止できることが確認された。

上記最良の形態 9 では、推定路面状態に基づき、車輪のロック状態やタイヤ空気圧を制御する車両制御手段を設けて、低 μ 路での制動距離を短縮するようにしたが、車両の姿勢を制御する車両制御手段を設け、推定された路面状態に基づいて、例えば、各車輪のブレーキ装置を個別に制御するなどして、車両の姿勢制御を行うことによっても、低 μ 路での制動距離を短縮することができる。

あるいは、車両の姿勢を制御する車両制御手段を備え、推定された路面状態に基づいて、例えば、各車輪のブレーキ装置を個別に制御するなどして、車両の姿勢制御を行うことによっても、低 μ 路での制動距離を短縮することができる。

また、車輪空転状態を制御する車両制御手段を備え、推定された路面状態に基づいて、ブレーキ装置あるいはエンジン回転数などを制御して車輪空転状態の制御を行うことによっても、低 μ 路での制動距離を短縮することができる。

また、自動運転システムを搭載した車両において、車間距離設定値を変更する制御を行う車両制御手段を備え、推定された路面状態に基づいて、上記車間距離設定値を変更し、車間距離を適正に設定する制御を行うようにすることにより、低 μ 路においても確実に安全な車間距離を保つことができる。

なお、上記例では、最良の形態 4 と同様に振動伝達レベルから推定された路面状態に基づき、車両の走行状態を制御するようにしたが、最良の形態 1 ～ 3 と同様に振動レベルから推定された路面状態に基づき制御するようにしてもよい。

あるいは、最良の形態 6 , 7 に示したタイヤの走行状態推定手段 18 , 28 で推定されたタイヤの走行状態に基づき車両の走行状態を制御するようにしてもよい。

産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明によれば、走行中の車両バネ下部の振動レベル、あるいは車両バネ下部の少なくとも 2 点間の振動伝達レベルを検出して、走行時の路面状態を推定するようにしたので、従来の技術では困難であった荒れた路面上においても、スリップ角がゼロである状態においても、路面状態を精度よく推定することができる。また、上記推定された路面状態を用いて、路面状態の危険

度を乗員に警告したり、車両の走行状態をフィードバック制御することができるので、車両の安全性を著しく高めることができる。

更に、振動レベルの複数の周波数帯域における振動レベルから、路面状態や走行時のタイヤ空気圧を検出し、路面状態やタイヤの異常の有無を含むタイヤの走行状態を検出するようにしたので、1個のセンサで、路面の状態やタイヤ圧、更にはタイヤの異常の有無などを精度良く検出することが可能な、シンプルな構造で、かつ、多くの機能をもった低コストの多機能センシングシステムを構築することができる。

また、本発明では、上記タイヤ接地状態や路面状態を推定する装置と、タイヤの転動により発電し、上記装置に電力を供給する発電装置とをタイヤホイールに装着し、上記推定された車両走行状態に基づいてタイヤ特性を制御するようにしたので、車体構造を変更することなく、タイヤの接地状態を長期にわたって推定して、タイヤの接地状態を安定して制御することができる。

また、上記発電装置を、タイヤの転動により回転する着磁されたロータと、このロータに隣接する高透磁率材から成るステータと、上記ロータ及びステータを含む磁気回路内に設けられた発電コイルと、この発電コイルに発生した起電力を蓄えるキャパシタとから構成したので、タイヤの転動のエネルギーにより、電力供給が半永久的に可能となり、機能を長期にわたって安定に維持することができる。

請 求 の 範 囲

1. 走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出し、上記検出された振動レベルに基づいて、走行時の路面状態、及びタイヤの走行状態の少なくとも一方を推定して車両の走行状態を推定するようにしたことを特徴とする車両走行状態の推定方法。
2. 上記振動レベルの時間変化の波形を検出し、この波形の所定の位置、あるいは所定の時間範囲での振動レベルから走行時の路面状態を推定するようにしたことを特徴とする請求の範囲 1 に記載の車両走行状態の推定方法。
3. 上記検出された振動レベルを周波数分析し、所定の周波数帯域内での振動レベルを算出し、上記算出された振動レベルから走行時の路面状態を推定するようにしたことを特徴とする請求の範囲 1 に記載の車両走行状態の推定方法。
4. 上記検出された振動レベルを周波数分析し、少なくとも 2 つの周波数帯域における振動レベルを算出し、上記算出された複数の振動レベルを演算し、その演算値から走行時の路面状態を推定するようにしたことを特徴とする請求の範囲 1 に記載の車両走行状態の推定方法。
5. 走行中の車両バネ下部の、少なくとも 2 点の振動レベルを検出して車両バネ下部の振動伝達レベルを算出し、上記算出された振動伝達レベルから走行時の路面状態を推定するようにしたことを特徴とする請求の範囲 1 に記載の車両走行状態の推定方法。
6. 走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、上記振動レベルの時間変化の波形を演算する手段と、上記波形の所定の位置、あるいは所定の時間範囲での振動レベルから走行時の路面状態を推定する路面状態推定手段とを備えたことを特徴とする車両走行状態推定装置。
7. 上記波形の、タイヤ踏込み部、タイヤ接地部、及びタイヤ蹴り出し部の少なくとも 1 個所の振動レベルを算出する手段を設けたことを特徴とする請求の範囲 6 に記載の車両走行状態推定装置。
8. 走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルを周波数分析し、所定の周波数帯域内での振動レベルを算出する

手段と、上記算出された振動レベルから走行時の路面状態を推定する路面状態推定手段とを備えたことを特徴とする車両走行状態推定装置。

9. 走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルを周波数分析して、少なくとも2つの周波数帯域における振動レベルの演算値から走行時の路面状態を推定する路面状態推定手段とを備えたことを特徴とする車両走行状態推定装置。
10. 走行中の車両バネ下部の少なくとも2点の振動レベルをそれぞれ検出する手段と、上記振動検出点の、少なくとも2点間における所定の周波数帯域内での振動伝達レベルを算出する手段と、上記算出された振動伝達レベルから走行時の路面状態を推定する路面状態推定手段とを備えたことを特徴とする車両走行状態推定装置。
11. 上記少なくとも2点の振動検出点の間に、振動緩衝部材を配設したことを特徴とする請求の範囲10に記載の車両走行状態推定装置。
12. 様々な路面状態及び速度における車両の制動距離から求めた路面摩擦係数 μ と、上記所定の周波数帯域内での振動レベル、振動レベル演算値、または振動伝達レベルとの関係を予め求めておき、上記関係に基づいて、走行中の路面摩擦係数 μ を推定するようにしたことを特徴とする請求の範囲8～請求の範囲11のいずれかに記載の車両走行状態推定装置。
13. 上記周波数帯域をタイヤトレッド陸部の固有振動周波数を含む帯域としたことを特徴とする請求の範囲8～請求の範囲12のいずれかに記載の車両走行状態推定装置。
14. 上記振動レベルに閾値を設け、算出された振動レベルが上記閾値を越えたときに、路面が低摩擦状態であると推定するようにしたことを特徴とする請求の範囲8～請求の範囲13のいずれかに記載の車両走行状態推定装置。
15. 上記閾値を変更可能としたことを特徴とする請求の範囲14に記載の車両走行状態推定装置。
16. 車速検出手段を備え、車速に応じて路面状態を推定するようにしたことを特徴とする請求の範囲6～請求の範囲15のいずれかに記載の車両走行

状態推定装置。

17. 上記請求の範囲6～請求の範囲16のいずれかに記載の車両走行状態推定装置に、上記路面状態推定手段で推定された路面状態に基づいて路面の滑り易さを判定する手段と、路面状態が滑り易いと判定された場合には警告を発する警告手段とを設けたことを特徴とする車両走行状態推定装置。
18. 車速検出手段を備え、車速に応じて路面の滑り易さの判定や警告レベルを変更するようにしたことを特徴とする請求の範囲17に記載の車両走行状態推定装置。
19. 走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、上記検出された振動レベルの200Hz以下の周波数帯域内での振動レベルからタイヤの固有振動の周波数を算出してタイヤ空気圧を推定する手段と、上記推定されたタイヤ空気圧から走行中のタイヤの状態を推定するタイヤ走行状態推定手段とを備えたことを特徴とする車両走行状態推定装置。
20. 上記推定されたタイヤ空気圧を用いて走行中のタイヤ圧を監視するタイヤ圧監視手段を設けたことを特徴とする請求の範囲19に記載の車両走行状態推定装置。
21. 上記タイヤ圧監視手段で監視した空気圧が所定の値よりも低下した場合には、上記タイヤ圧の低下を乗員に警告する警告手段を設けたことを特徴とする請求の範囲20に記載の車両走行状態推定装置。
22. 走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出する手段と、タイヤ回転速度検出手段と、上記検出された振動レベルの、100Hz以下の周波数帯域内での、タイヤ回転速度に応じて変化する振動レベルの平均値を算出して走行中のタイヤの状態を推定するタイヤ走行状態推定手段と、上記算出された振動レベルの平均値が予め設定された基準値を越えた場合には、タイヤに異常があると判定するタイヤ故障検出手段を設けたことを特徴とする車両走行状態検出装置。
23. 上記基準値を、タイヤに異常が発生していない状態で所定の車速Vで車両を走行させた時の、基準判定周波数 F_n における振動レベルの1.2～5倍の範囲に設定したことを特徴とする請求の範囲22に記載の車両走行状

態推定装置。

但し、基準判定周波数 $F_n = n \times V / (2 \pi r)$

r ; タイヤ転がり半径、 $n = 1, 2, 3, \dots$

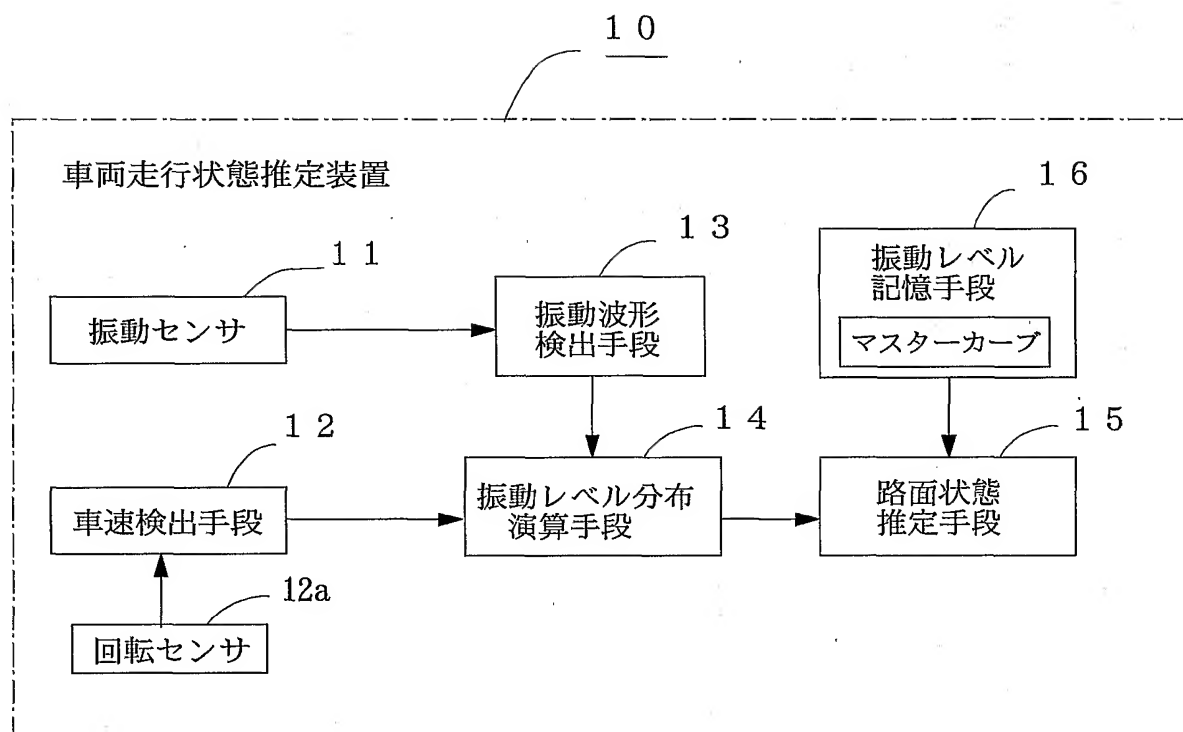
24. 上記基準値を変更可能としたことを特徴とする請求の範囲23に記載の車両走行状態推定装置。
25. 上記振動検出手段の出力を、振動レベルの時間変化あるいは所定の周波数帯域内での振動レベルを算出する手段に送信するための送信機を装着したことを特徴とする請求の範囲6～24のいずれかに記載の車両走行状態推定装置。
26. タイヤホイールに取り付けられ、タイヤの転動により発電し、少なくとも、上記振動検出手段を駆動するための電力、あるいは上記振動検出手段の出力を増幅するための電力を供給する発電装置を備えたことを特徴とする請求の範囲6～請求の範囲25に記載の車両走行状態推定装置。
27. 上記請求の範囲6～請求の範囲26のいずれかに記載の車両走行状態推定装置で推定された路面状態、及び／または、タイヤの走行状態に基づいて車両の走行状態を制御する車両制御手段を備えたことを特徴とする車両制御装置。
28. 車速検出手段を備え、車速に応じて車両の走行状態を制御するようにしたことを特徴とする請求の範囲28に記載の車両制御装置。
29. 上記車両制御手段は、車輪のロック状態を制御する手段を備えたことを特徴とする請求の範囲27または請求の範囲28に記載の車両制御装置。
30. 上記車両制御手段は、車両の姿勢を制御する手段を備えたことを特徴とする請求の範囲27または請求の範囲28に記載の車両制御装置。
31. 上記車両制御手段は、タイヤ空気圧を制御する手段を備えたことを特徴とする請求の範囲27または請求の範囲28に記載の車両制御装置。
32. 上記車両制御手段は、車輪空転状態を制御する手段を備えたことを特徴とする請求の範囲27または28に記載の車両制御装置。
33. 上記車両制御手段は、自動運転システムの車間距離設定値を変更する制御を行う手段を備えたことを特徴とする請求の範囲27または28に記載

の車両制御装置。

34. 上記請求の範囲6～請求の範囲26に記載の、走行中の車両バネ下部の振動レベルを検出して車両の走行状態を推定する車両走行状態推定装置と、タイヤの転動により発電し、上記車両走行状態推定装置に電力を供給する発電装置を備えたことを特徴とするタイヤホイール。
35. 上記車両走行状態推定装置を、タイヤホイールに装着したことを特徴とする請求の範囲34に記載のタイヤホイール。
36. 上記発電装置は、タイヤの転動により回転する着磁されたロータと、このロータに隣接する高透磁率材から成るステータと、上記ロータ及びステータを含む磁気回路内に設けられた発電コイルとを備えたことを特徴とする請求の範囲34または請求の範囲35に記載のタイヤホイール。
37. 上記発電装置に、上記発電コイルに発生した起電力を蓄える蓄電手段を設けたことを特徴とする請求の範囲36に記載のタイヤホイール。
38. 回転錘の重心が回転軸と偏心したアンバランスウェイトをタイヤの転動により回転させることにより、上記ロータを回転させるようにしたことを特徴とする請求の範囲36または請求の範囲37に記載のタイヤホイール。
39. タイヤの転動時に生じる空気流を上記発電装置まで導入し、上記導入された空気流により、上記ロータを回転させるようにしたことを特徴とする請求の範囲36または請求の範囲37に記載のタイヤホイール。

1 / 18

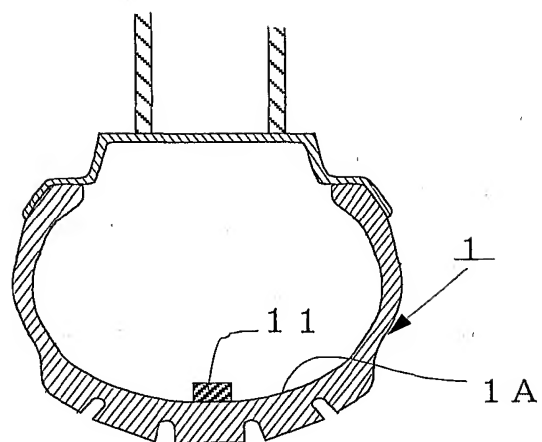
第1図



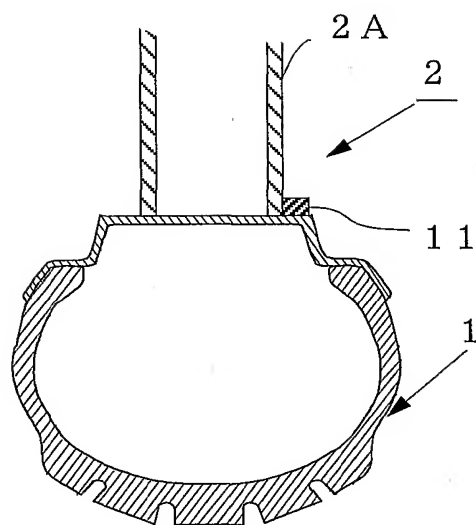
2/18

第2図

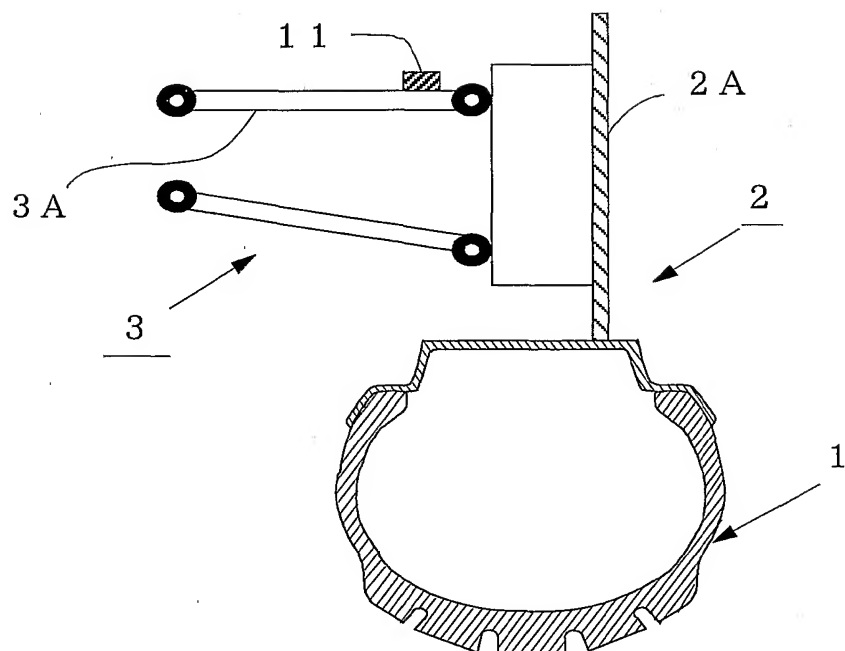
(a)



(b)

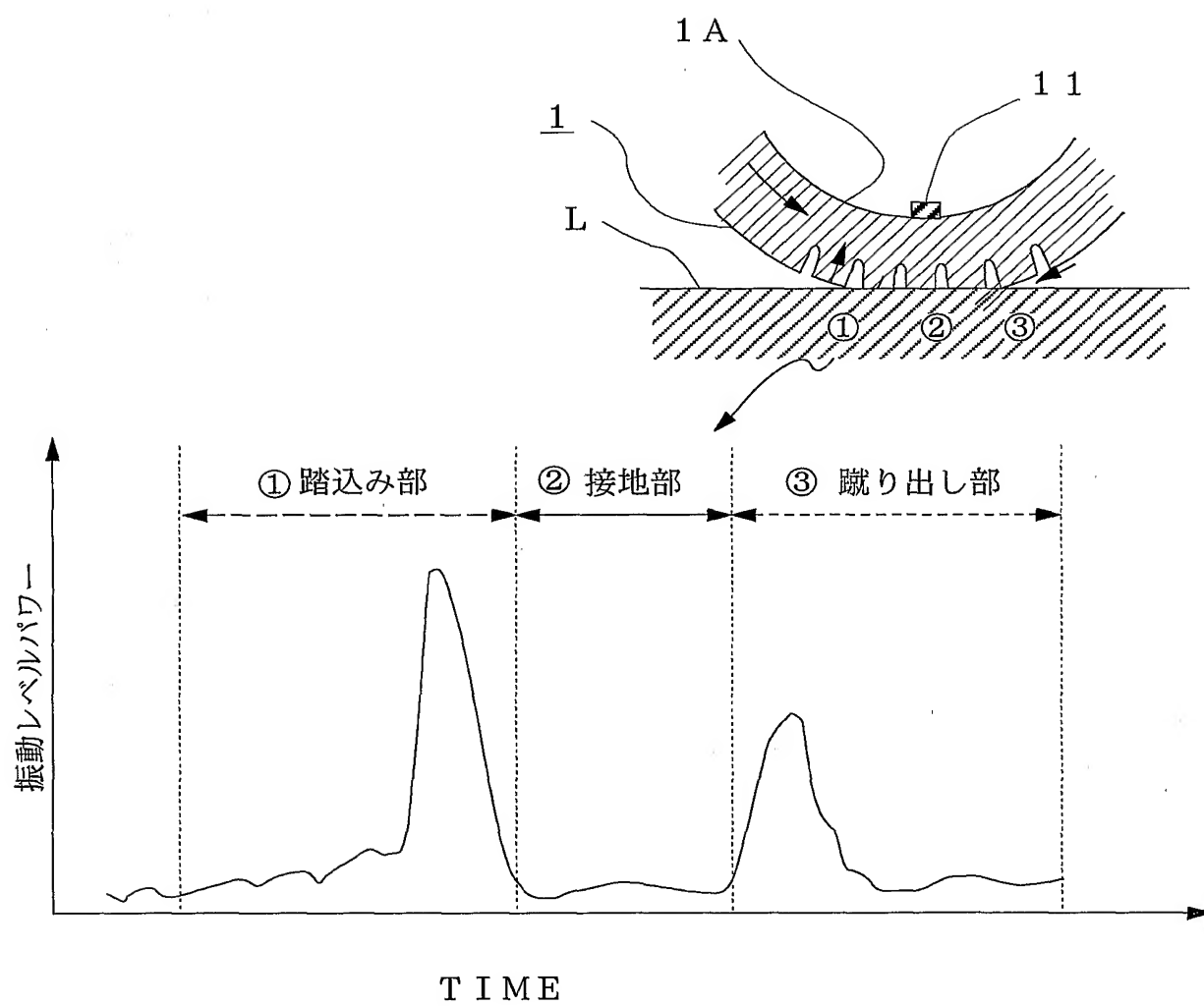


(c)



3 / 18

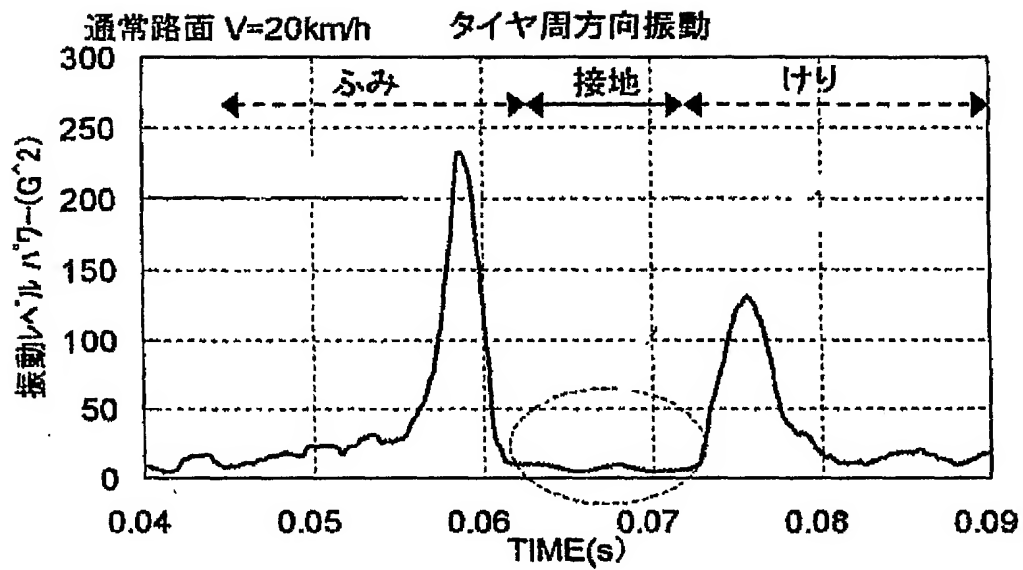
第3図



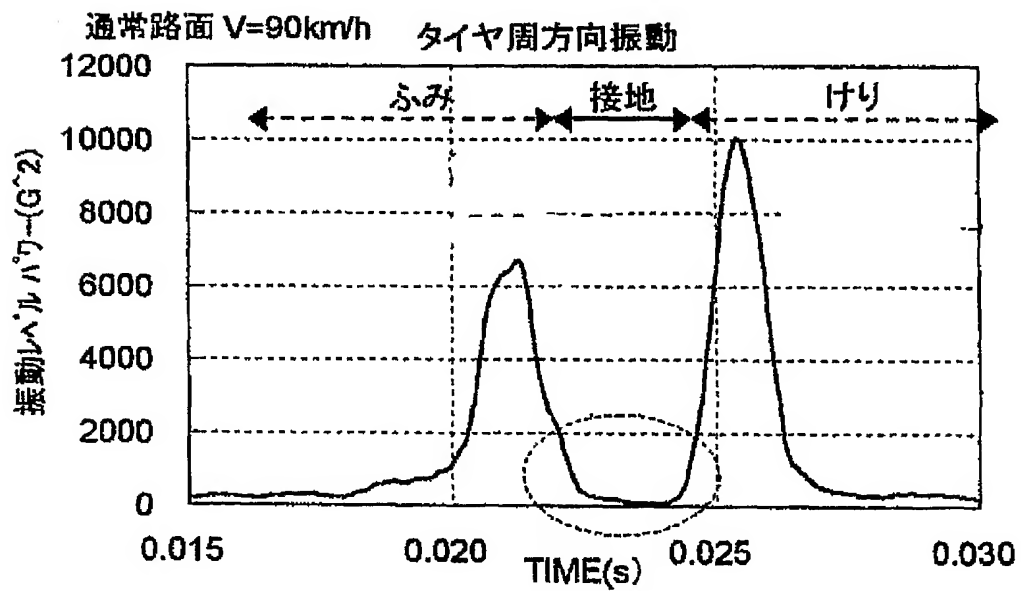
4 / 18

第4図

(a)



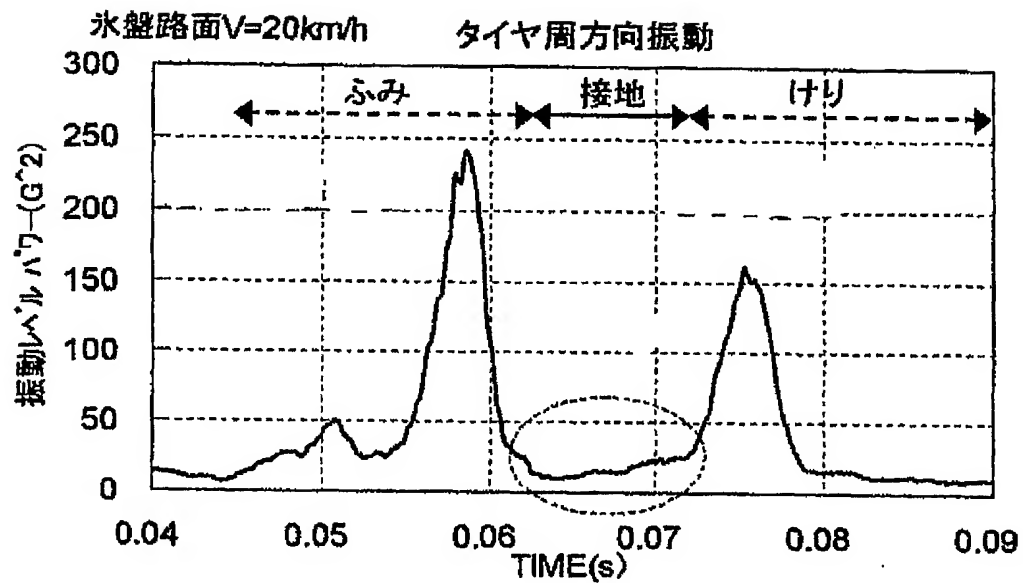
(b)



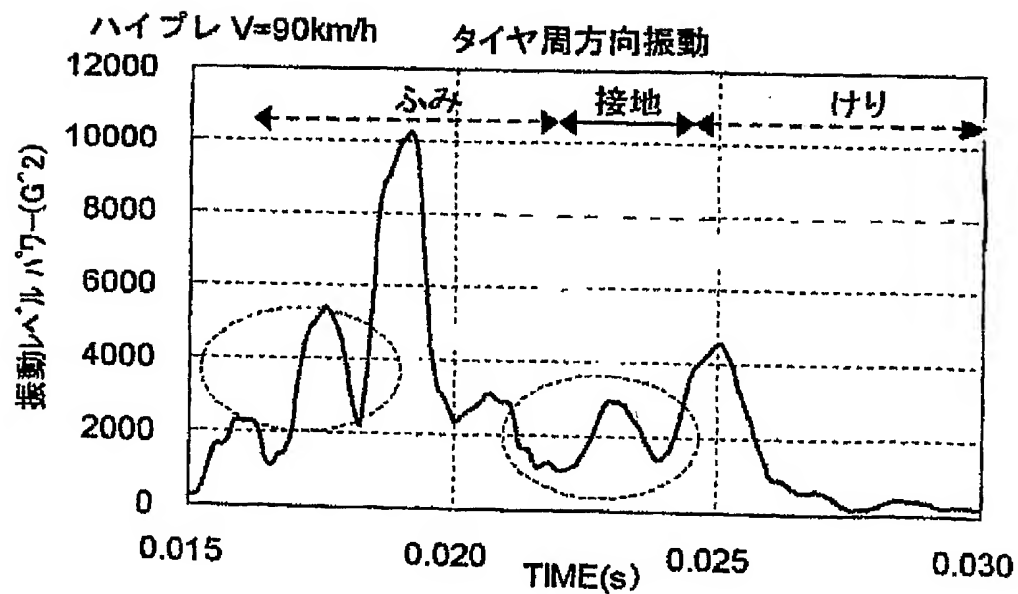
5 / 18

第5図

(a)

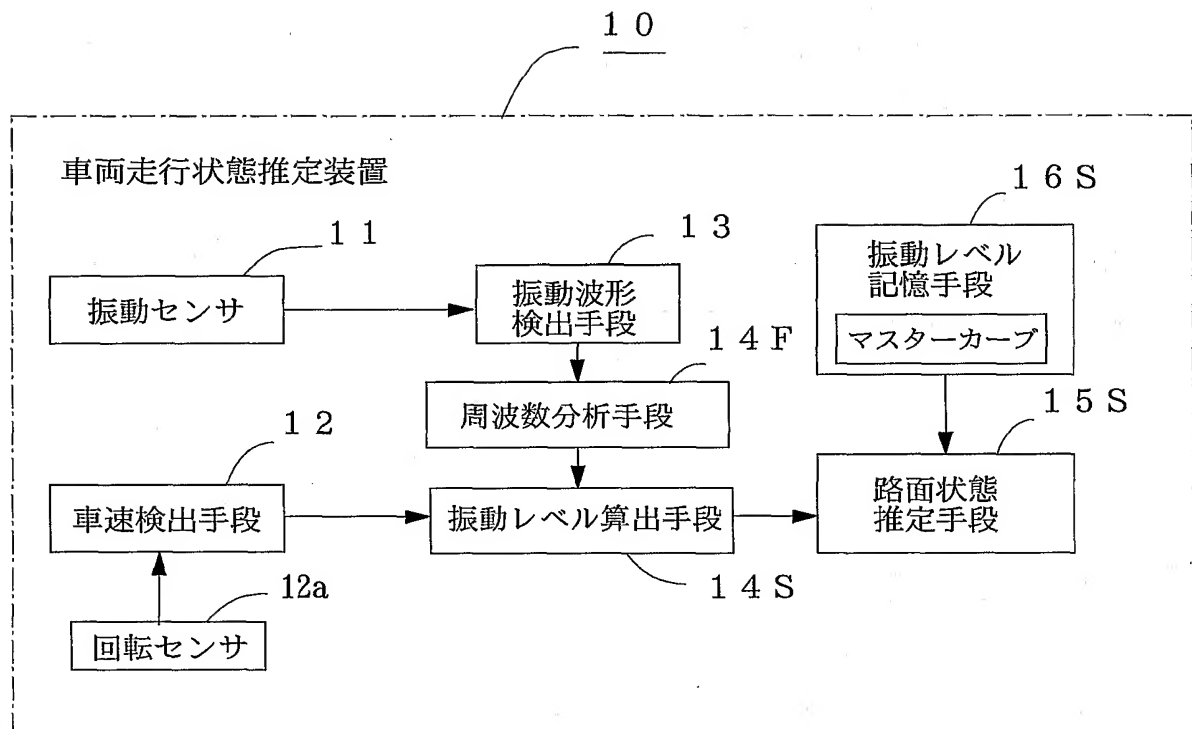


(b)



6/18

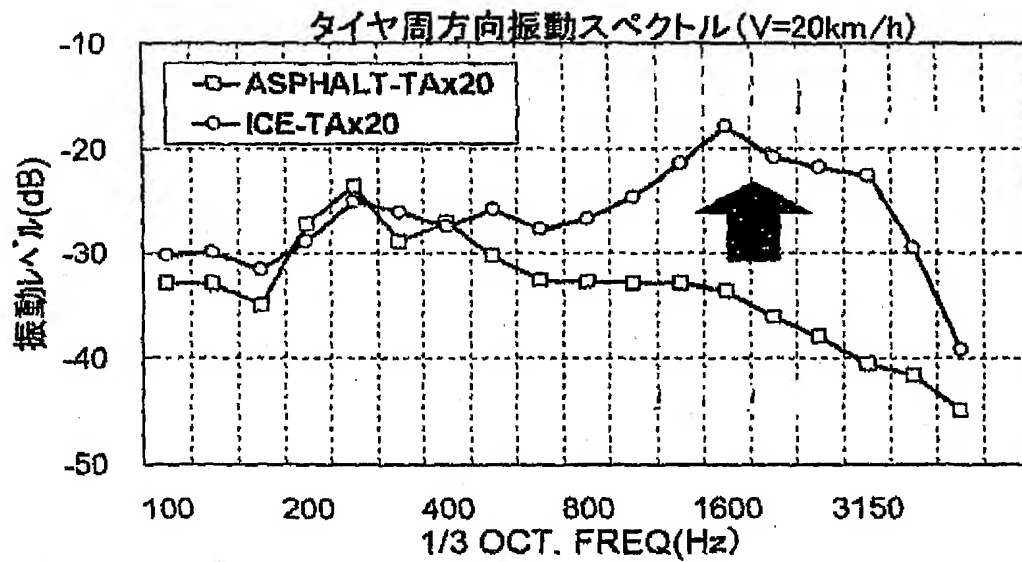
第6図



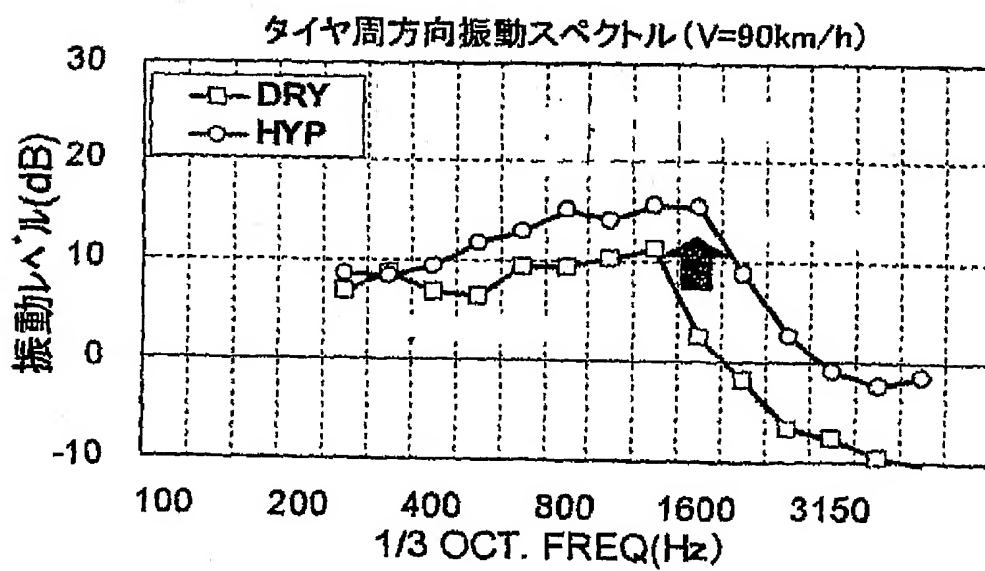
7/18

第7図

(a)

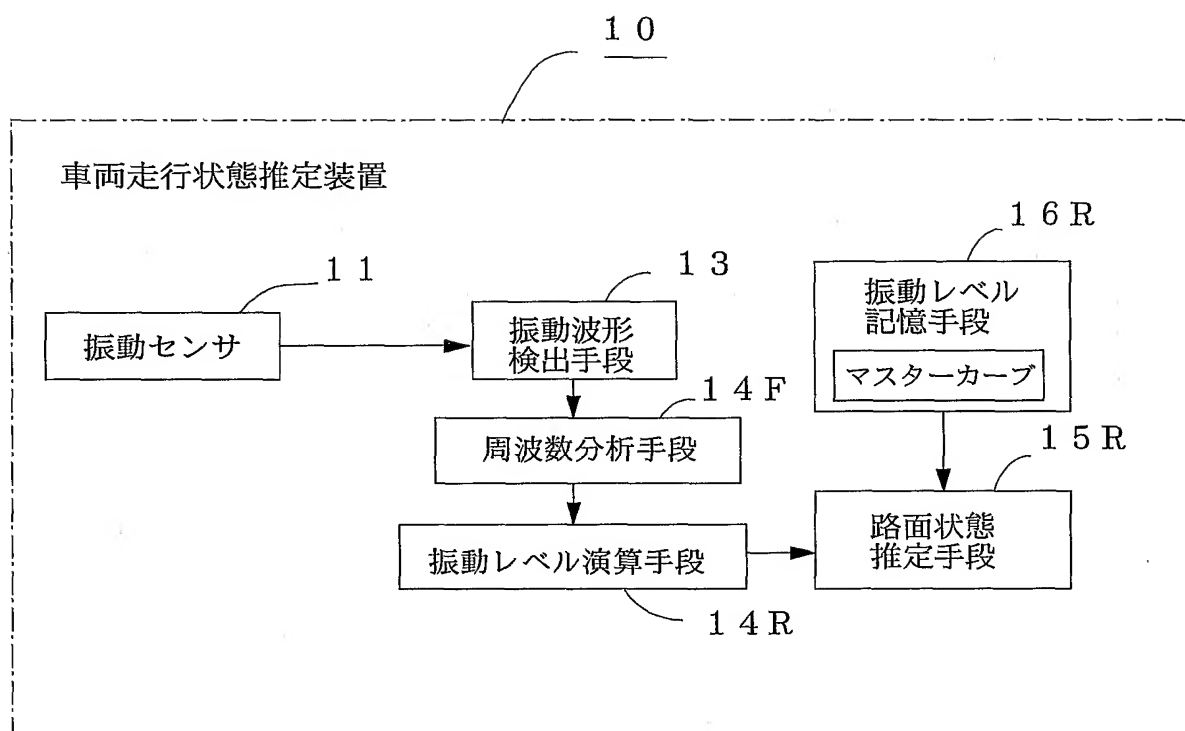


(b)



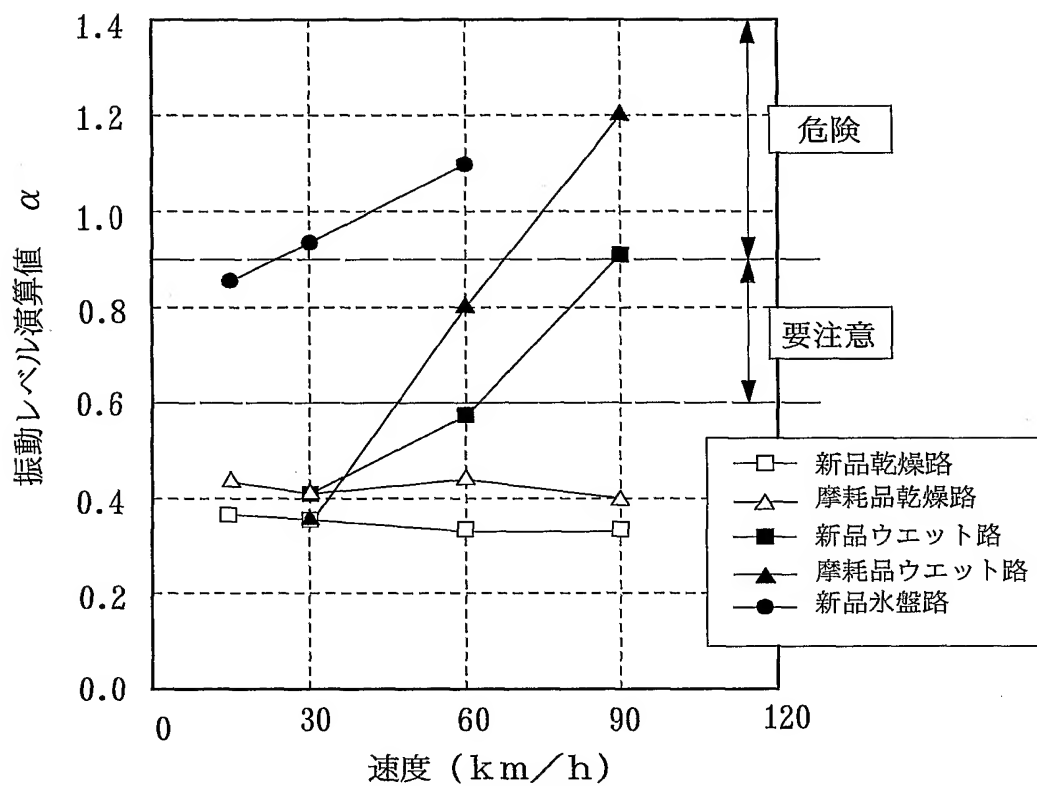
8/18

第8図



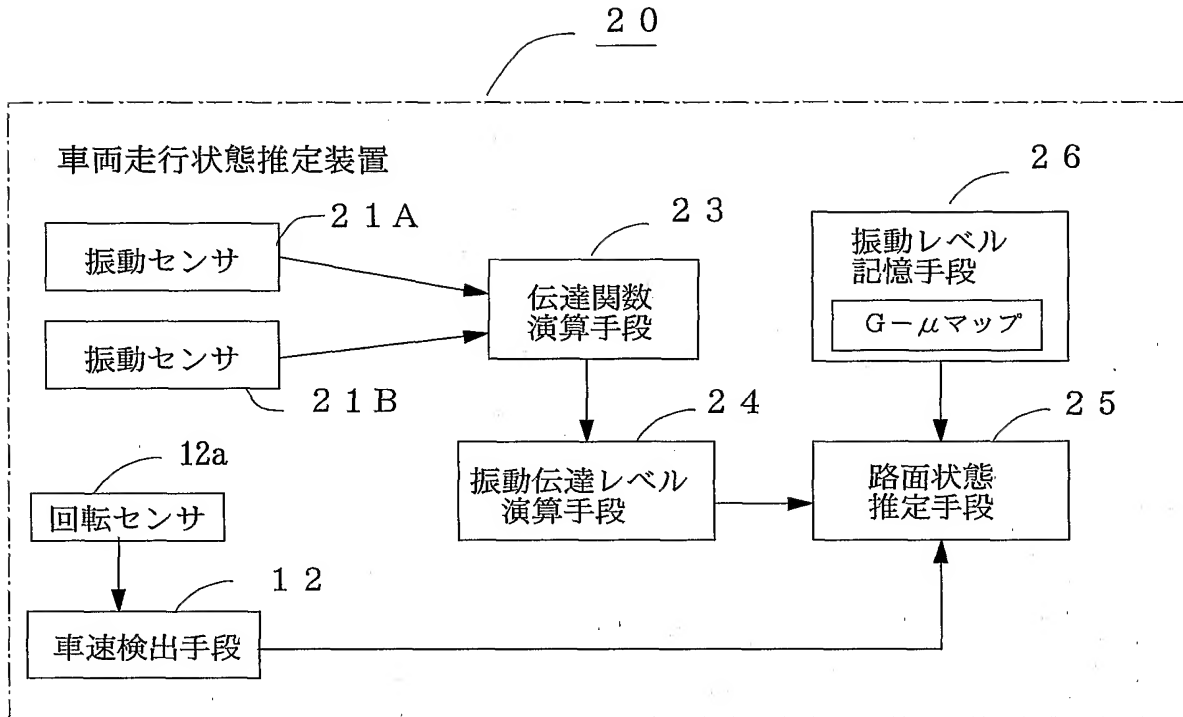
9 / 18

第9図

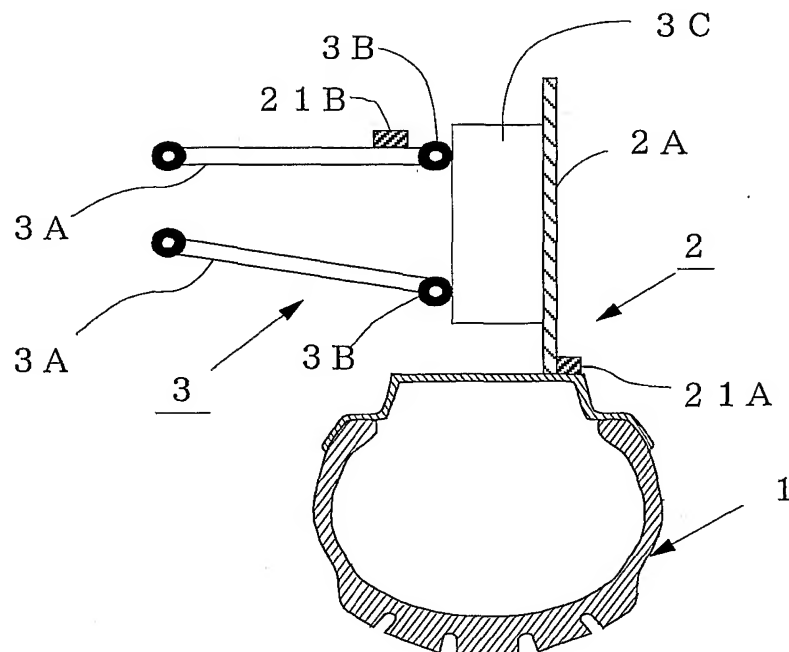


10/18

第10図



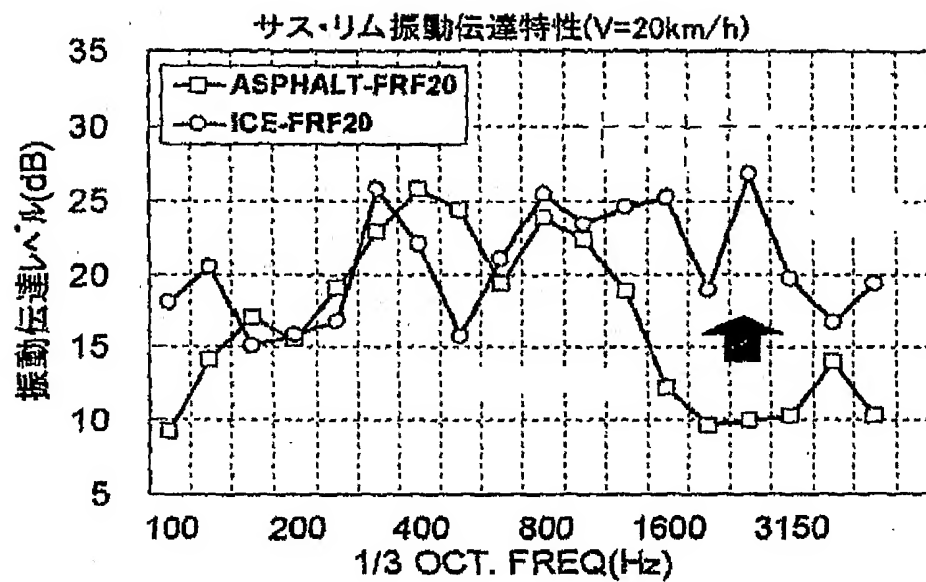
第11図



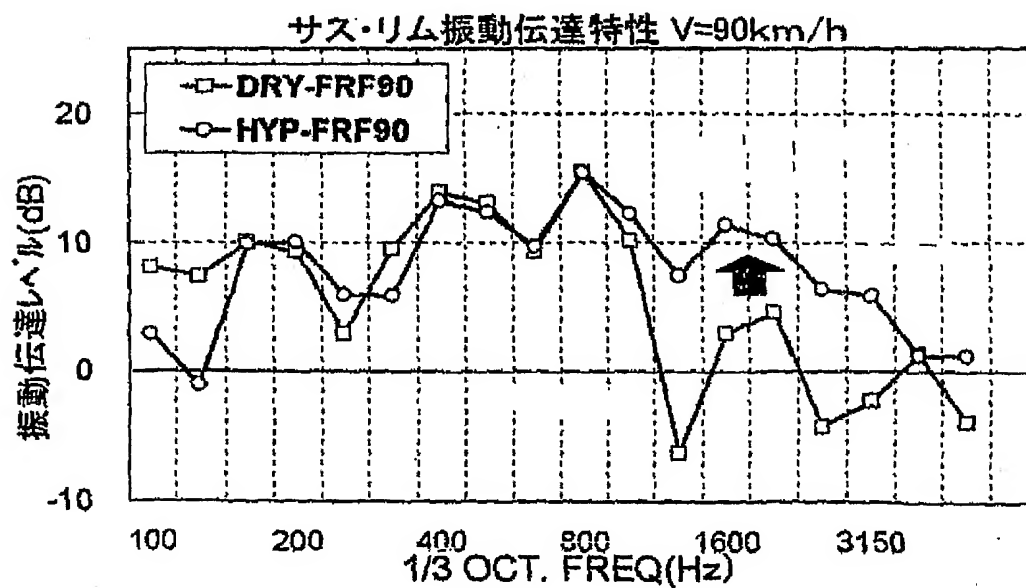
11 / 18

第12図

(a)

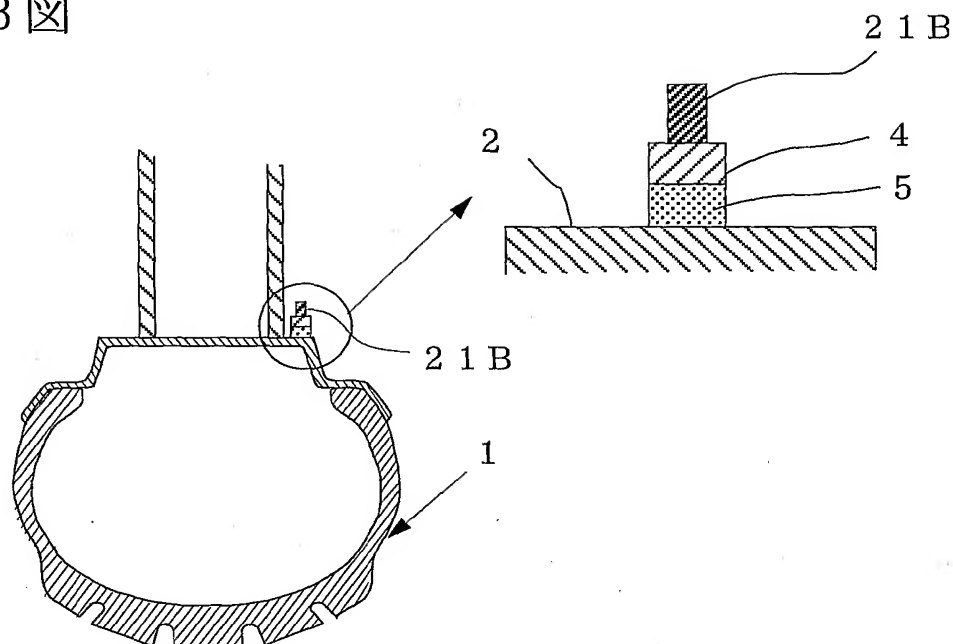


(b)

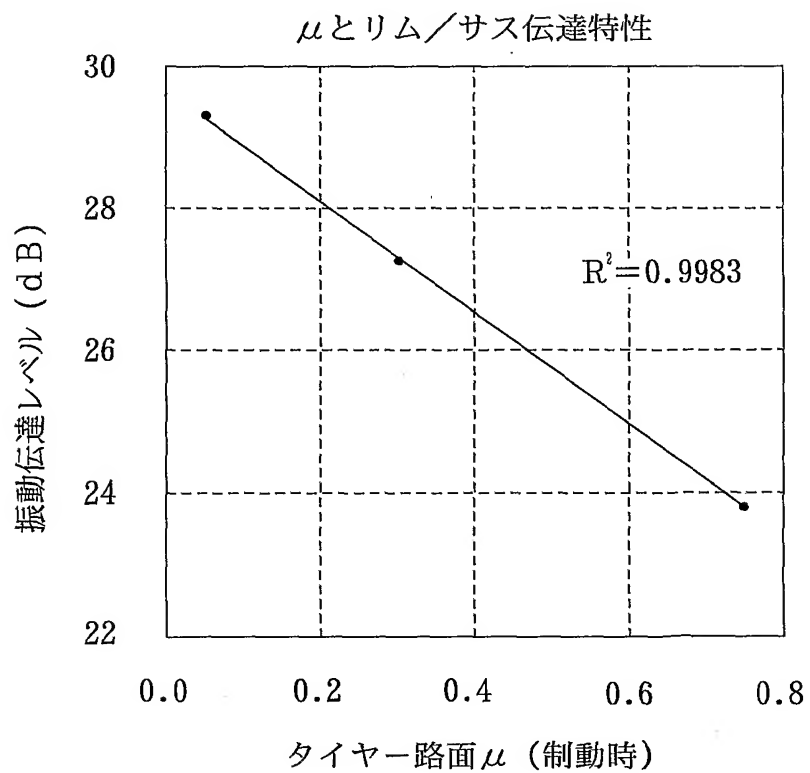


12/18

第13図

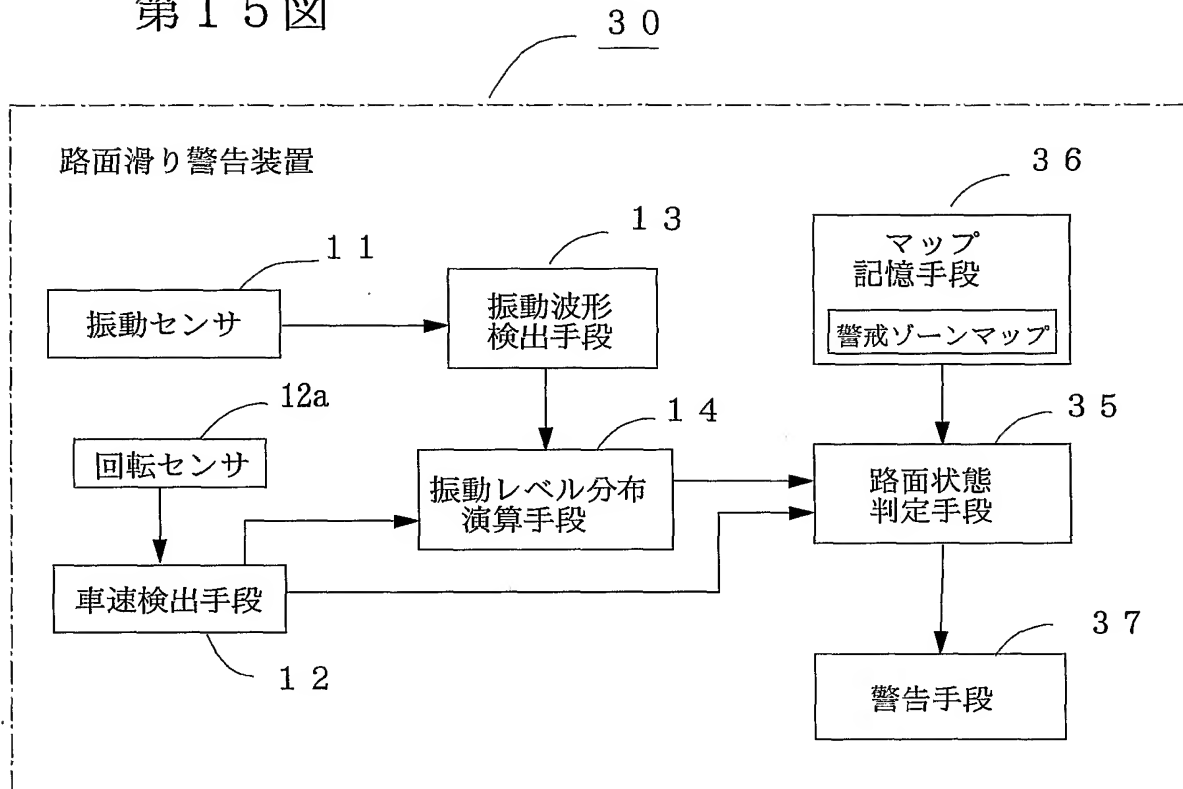


第14図

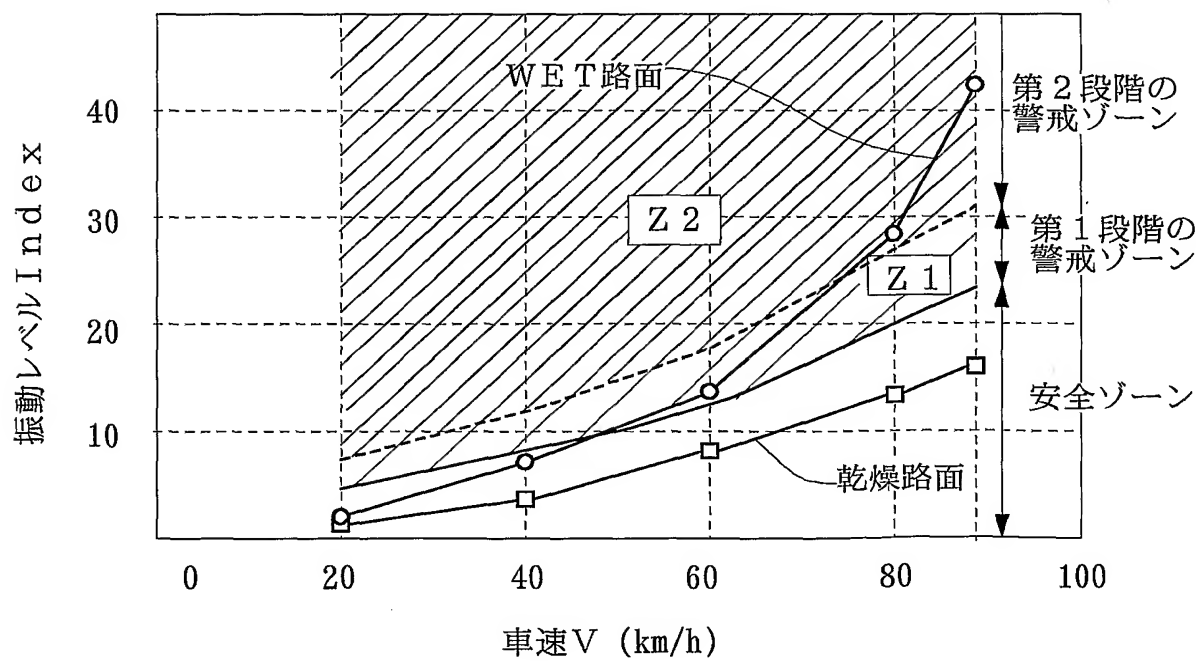


13/18

第15図

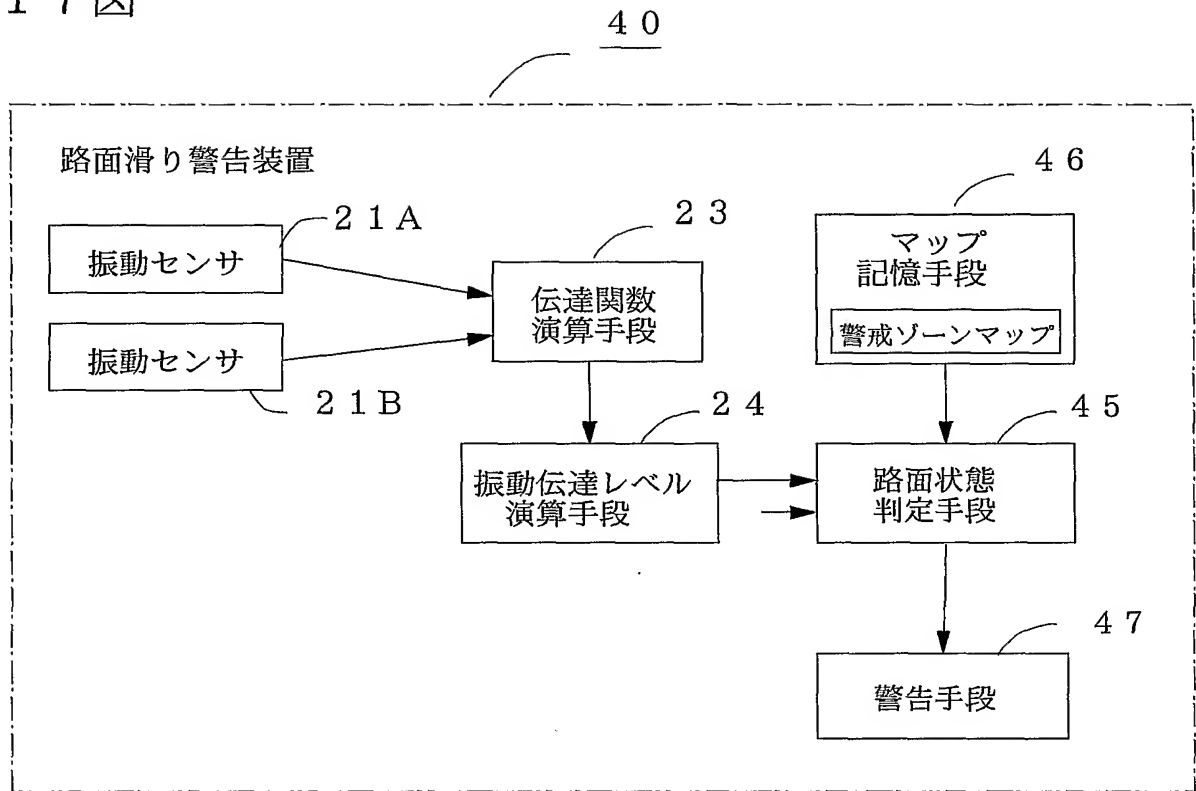


第16図

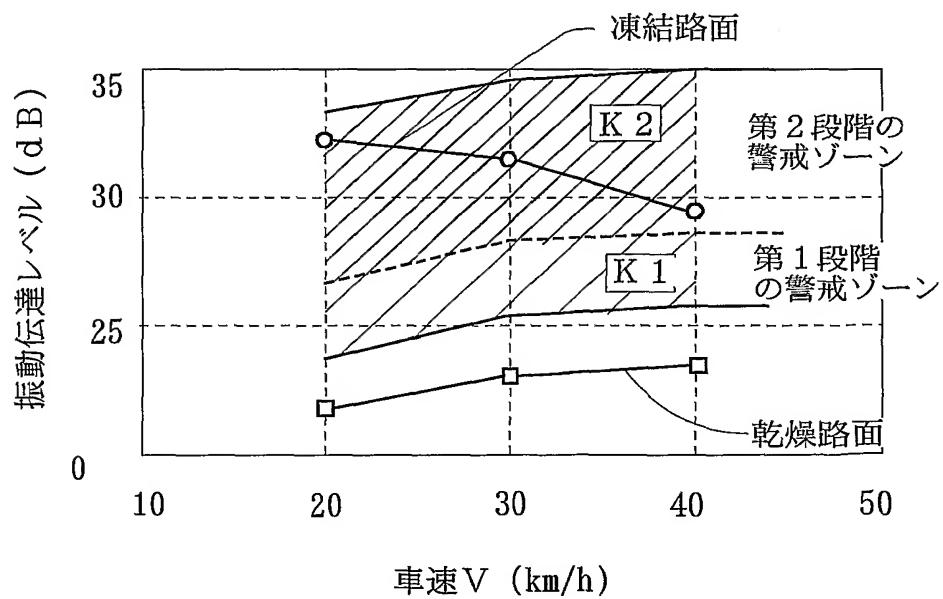


14/18

第17図

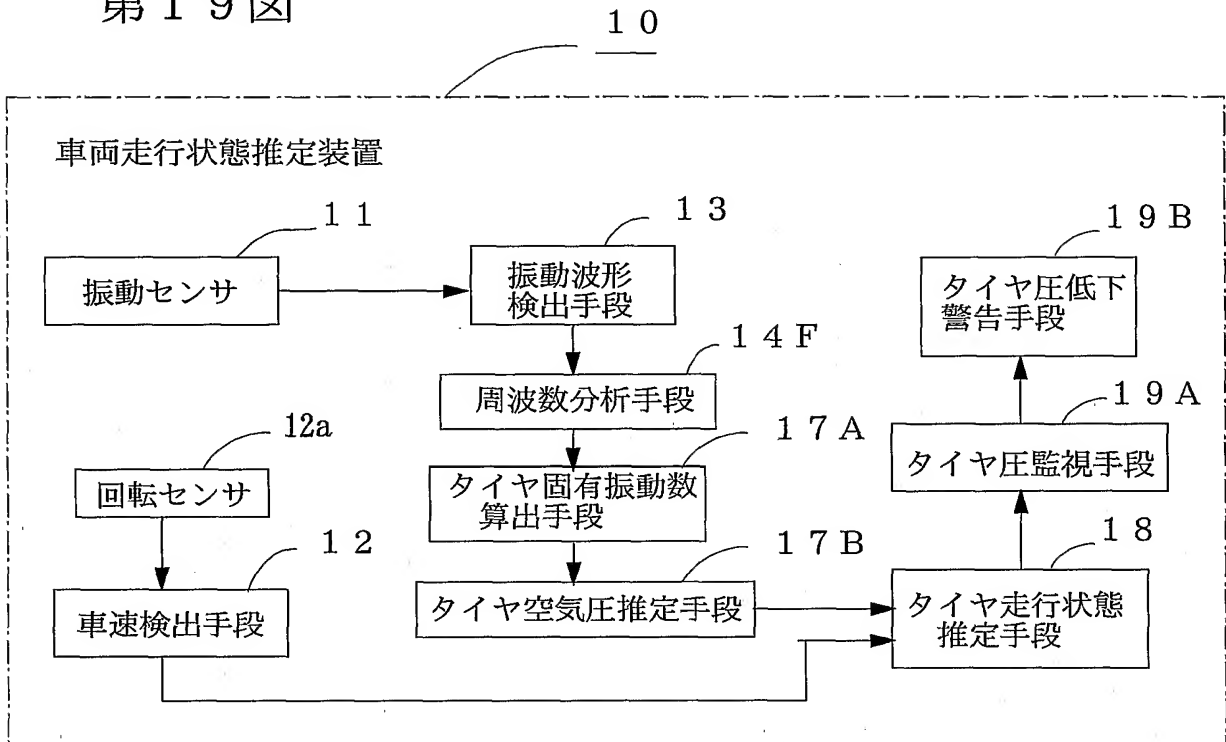


第18図

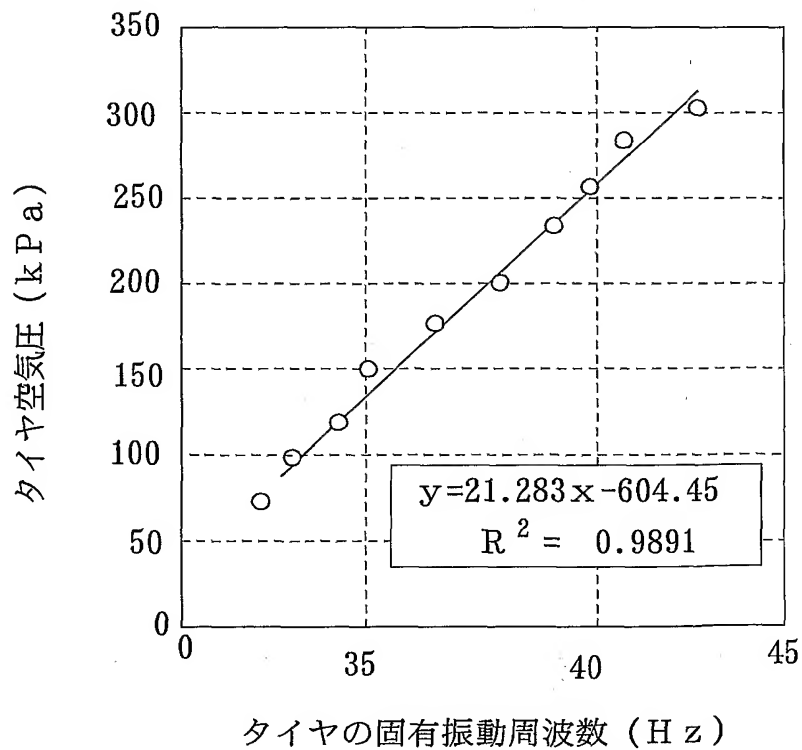


15/18

第19図

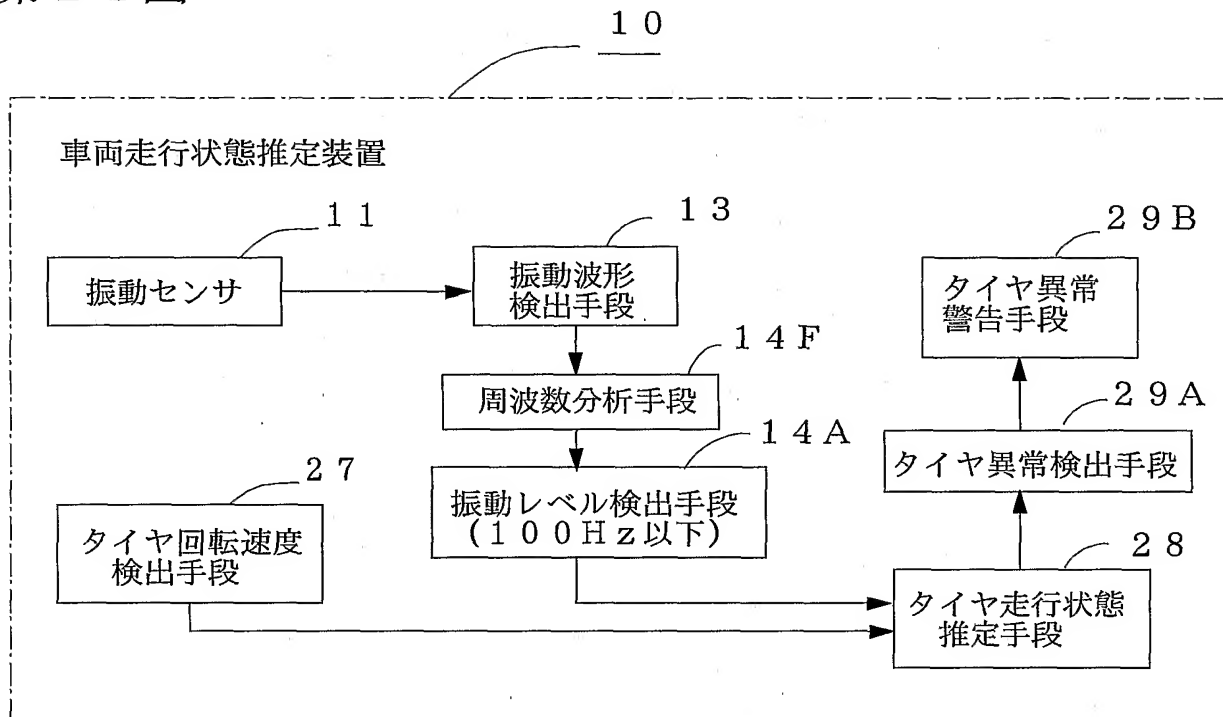


第20図



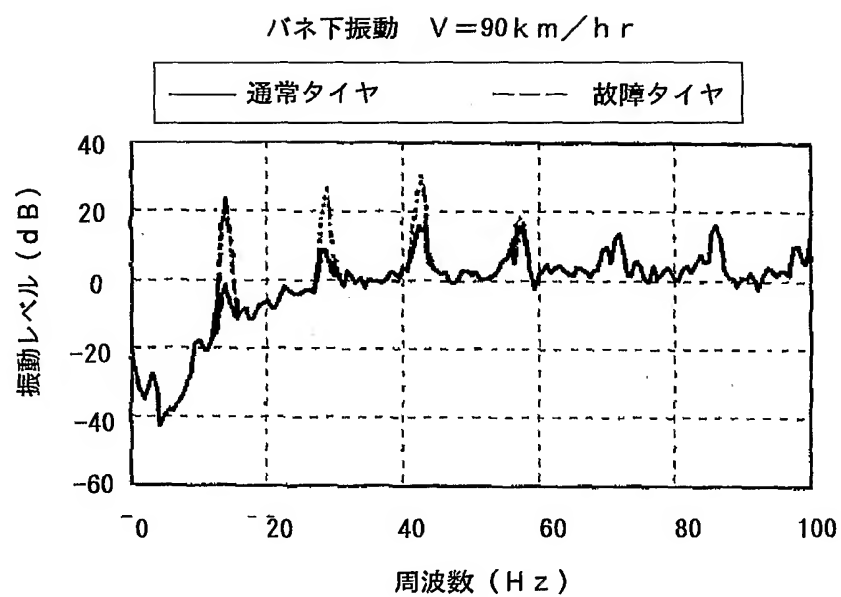
16/18

第21図

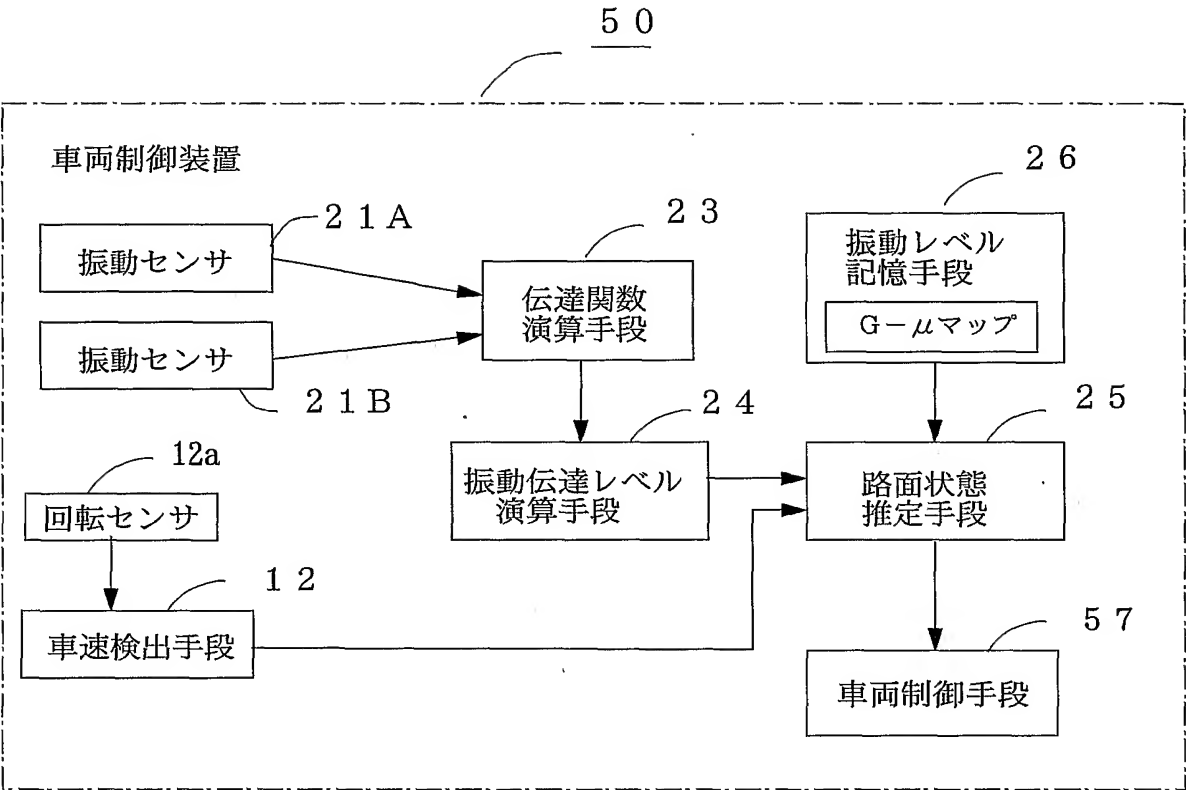


17/18

第 2 2 図



第 2 3 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05298

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B60T8/00, B60C23/00, B60R21/00, G01N19/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B60T8/00, B60C23/00, B60R21/00, G01N19/02, B62D6/00, B60K17/348

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 11-153518 A (Toyota Motor Corporation), 08 June, 1999 (08.06.99) (Family: none) Par. Nos. [0016], [0029] to [0033], [0034] to [0036], [0041]	1, 3, 8, 13-15 4, 9 16
Y	EP 891904 A (Toyota Chuo Kenkyusho Co.), 20 January, 1999 (20.01.99), & JP 11-78843 A The transfer function from "ΔTd" to "Δω1".	5, 10, 11
Y	US 5878365 A (Nippon Denso Co.), 02 March, 1999 (02.03.99), "nonreturn valves 27, 28" & DE 19622698 A & JP 8-324414 A Figs. 2, 10	5, 10, 11
X	US 5497657 A (Nippon Denso Co.), 12 March, 1996 (12.03.96), & WO 93/010431 A & EP 578826 A & JP 8-324414 A Fig. 11	19-21



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 August, 2001 (15.08.01)

Date of mailing of the international search report
28 August, 2001 (28.08.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05298

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 8-72514 A (Nippon Denso Co., Ltd.), 19 March, 1996 (19.03.96) (Family: none) Fig. 12, etc. "vibration level".	19-21
Y	JP 49-67667 A (Tateishi Denki K.K.), 01 July, 1974 (01.07.74) (Family: none) page 1, lower right column, lines 3 to 12	22-24
Y	EP 795448 A (Unisia Jecs Co.), 17 September, 1997 (17.09.97), & JP 9-243345 A Figs. 5, 6 The comparison with "threshold γ " with "integrated value Sa".	22-24
Y	EP 1002669 A (Pirelli), 24 May, 2000 (24.05.00), & JP 11-342711 A "core 22", "windings 30"	26, 34-39
Y	US 6046672 A (Kevin Patrick Austin Pearman), 04 April, 2000 (04.04.00), & EP 832764 A & JP 10-114207 A Figs. 1 to 4	26, 34-39

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B60T8/00 B60C23/00 B60R21/00 G01N19/02

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ B60T8/00 B60C23/00 B60R21/00 G01N19/02
B62D6/00 B60K17/348

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-153518 A (トヨタ自動車株式会社) 08. 6月. 1999 (08. 06. 99) ファミリーなし 【0016】、【0029】～【0033】 【0034】～【0036】 【0041】	1, 3, 8, 13-15 4, 9 16
Y	EP 891904 A (Toyota Chuo Kenkyusho Co) 20. 1月. 1999 (20. 01. 99) & JP 11-78843 A 「ΔTd」から「Δω1」への伝達関数	5, 10, 11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 08. 01

国際調査報告の発送日

28.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤健人



3W

9619

電話番号 03-3581-1101 内線 3366

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 5878365 A (Nippon Denso Co) 02. 3月. 1999 (02. 03. 99) 「nonreturn valves 27,28」 & DE 19622698 A & JP 8-324414 A 図2、図10に関する記載	5, 10, 11
X	US 5497657 A (Nippon Denso Co) 12. 3月. 1996 (12. 03. 96) & WO 93/010431 A & EP 578826 A & JP 8-324414 A 図11に関する記載	19-21
X	JP 8-72514 A (日本電装株式会社) 19. 3月. 1996 (19. 03. 96) ファミリーなし 図12等に記載の「振動レベル」に関する記載	19-21
Y	JP 49-67667 A (立石電気株式会社) 01. 7月. 1974 (01. 07. 74) ファミリーなし 第1頁右下欄3行目~12行目	22-24
Y	EP 795448 A (Unisia Jecs Co) 17. 9月. 1997 (17. 09. 97) & JP 9-243345 A 図5、6に記載の「積算値S a」と「しきい値γ」との比較	22-24
Y	EP 1002669 A (Pirelli) 24. 5月. 2000 (24. 05. 00) & JP 11-342711 A 「core 22」, 「windings 30」	26, 34-39
Y	US 6046672 A (Kevin Patrick Austin Pearman) 04. 4月. 2000 (04. 04. 00) & EP 832764 A & JP 10-114207 A 図1~図4	26, 34-39